COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 DÉCEMBRE 1877.

PRÉSIDENCE DE M. PELIGOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Faye**, en présentant l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1878, s'exprime ainsi :

« Le Bureau tient à rajeunir, à améliorer progressivement son *Annuaire*, à le rendre de plus en plus utile au public. La partie astronomique, spécialement confiée à M. Lœwy, ne laisse plus rien à désirer. Les tableaux monétaires dus à M. Sudre, les tables minéralogiques de MM. Des Cloizeaux et Damour, les tables physiques de M. Fizeau, les tables des éléments du magnétisme en France de M. Marié-Davy, les éléments numériques de la thermochimie de M. Berthelot, enfin les nouveaux tableaux statistiques et géographiques de M. Levasseur, présentent un ensemble de documents qu'on ne trouve nulle part ainsi réunis et condensés. Suivent des Notices scientifiques de MM. Faye et Janssen, la première sur la Météorologie cosmique, la seconde sur la Photographie du Soleil. »

ASTRONOMIE. — *Sur la constitution de la surface solaire et sur la Photographie envisagée comme moyen de découverte en Astronomie physique.* Note de M. J. **Janssen**.

« La Photographie céleste entre actuellement dans une voie nouvelle.

» Jusqu'ici cet art n'avait été envisagé dans ses applications à l'Astronomie

que comme un moyen d'obtenir des phénomènes, des images fidèles et indépendantes de toute intervention de la main humaine.

» Aujourd'hui, la Photographie est en état de rendre des services encore plus importants et devient un moyen de découvrir des faits qui échappent à l'investigation par nos instruments d'optique.

» Avant de parler de ces faits, qui actuellement se rapportent à la constitution de la photosphère solaire, disons quelques mots des procédés qui ont permis de les découvrir.

» On sait que jusqu'ici la Photographie avait été impuissante à reproduire les détails donnés par les instruments puissants. Les photographies les plus remarquables du Soleil obtenues jusqu'ici, et parmi lesquelles il faut citer en première ligne celles de l'éminent M. Warren de la Rue, un des fondateurs de la Photographie céleste; celles de M. Rutherfurd, etc., donnaient très-bien les taches et les facules; mais, pour la surface proprement dite, elles ne montraient que des marbrures, sans aucun des détails de granulations dont les instruments d'optique nous ont révélé l'existence.

» Il faut dire qu'on ne cherchait même pas à obtenir ces détails si délicats, entrevus dans des circonstances atmosphériques très-favorables, et que les procédés photographiques paraissaient absolument impuissants à reproduire.

» En méditant sur la question, j'ai été amené à penser que cette infériorité avait sa source dans le mode suivi jusqu'ici, et non dans l'essence même de la méthode photographique.

» J'ai même reconnu, en comparant très-attentivement les deux méthodes, que la Photographie devait avoir sur l'observation optique des avantages qui lui étaient absolument propres pour mettre en évidence des effets et des rapports de lumière que la vue est impuissante à percevoir ou à estimer.

» Notre organe visuel possède l'admirable faculté de pouvoir fonctionner dans les conditions d'éclairement les plus différentes; mais aussi la vue ne nous permet pas de juger des rapports d'intensité lumineuse, surtout quand ces intensités sont extrêmement considérables.

» L'image solaire est dans ce cas. Malgré l'intervention des verres colorés, des hélioscopes, etc., l'œil doit saisir des détails dans un milieu éblouissant, et fonctionner dans des conditions tout à fait anomales pour lui. Les vrais rapports d'intensité lumineuse des diverses parties de l'image ne peuvent plus être perçus, et les apparences ne répondent plus à la réa-

lité des choses. C'est là ce qui explique les opinions si différentes qui ont été émises sur les formes et les dimensions des granulations et des parties constitutives de la surface solaire.

» L'image photographique, quand elle est obtenue dans des conditions bien réglées de l'action de la lumière, est affranchie de ces défauts, et elle exprime, d'une manière très-approchée, les vrais rapports d'intensité lumineuse des diverses parties de l'objet qui lui donne naissance.

» Pour que ce précieux résultat soit réalisé, il faut que, pendant l'action lumineuse, la couche sensible reste à très-peu près semblable à elle-même, condition qui exige que la portion de la substance photographique influencée pendant toute la durée de la pose ne soit qu'une faible partie de quantité en présence sur la plaque.

» J'aurai à revenir sur ce point si important.

» Ainsi, en *dosant* rigoureusement le temps de l'action lumineuse de manière à ne pas avoir de *surpose* pour les parties les plus brillantes du disque solaire, on aura une image qui nous présentera, non-seulement les détails dans la vérité de leurs contours, mais qui, en outre, nous instruira sur les rapports très-approchés de leurs véritables intensités lumineuses.

» La Photographie possède encore sur la vue un autre avantage précieux, surtout quand il s'agit de courtes poses. J'ai reconnu, en effet, que le spectre photographique, quand l'action lumineuse est courte, au lieu d'avoir l'étendue qu'on lui connaît, se réduit à une bande étroite située près de G.

» Cette curieuse propriété montre qu'on pourrait obtenir des images photographiques très-tolérables du Soleil avec des lentilles simples à long foyer. Elle montre surtout que l'achromatisme chimique est incomparablement plus facile à réaliser que l'achromatisme optique, et que les images solaires notamment, obtenues en ayant égard à cette propriété, peuvent avoir une netteté incomparablement plus grande que celle des images optiques.

» Tels sont les avantages, que j'appellerai *avantages de méthode*, que la Photographie présente sur l'optique oculaire.

» L'infériorité des images photographiques solaires obtenues jusqu'ici tenait donc uniquement aux conditions défavorables dans lesquelles elles étaient obtenues.

» En premier lieu, il faut placer les circonstances de durée exagérée dans l'action lumineuse.

» En effet, quand l'action lumineuse est trop prolongée relativement à son intensité, l'image photographique s'agrandit rapidement et perd toute netteté de contours. Ce phénomène, qu'on pourrait nommer l'*irradiation*

photographique (sans rien préjuger sur sa cause), est très-frappant dans les photographies d'éclipses totales qui ont été obtenues depuis 1860. Sur ces photographies, on voit l'image des protubérances empiéter sur le disque lunaire d'une quantité qui s'élève à 10, 15 secondes et plus.

» On comprend que, quand il s'agit de granulations solaires qui ont un diamètre moyen de 2 à 3 secondes, on ne peut les obtenir sur des images où l'irradiation photographique aurait une valeur supérieure à leurs propres dimensions.

» J'ai donc étudié avec le plus grand soin, et en conformité avec les principes posés précédemment, le temps de l'action lumineuse, de manière à combattre cet obstacle capital.

» J'ai combiné la diminution de temps de l'action lumineuse avec l'agrandissement des images.

» Les dimensions des images ont été successivement portées à 12, 15, 20, 30 centimètres.

» Le temps de l'action lumineuse, qui est ici la condition exclusive du succès (car on a obtenu des portions d'images solaires répondant à des disques de plus de 1 mètre de diamètre et qui ne montrent pas la granulation), a été abaissé jusqu'à $\frac{1}{3000}$ de seconde en été ([1]). Il faut un mécanisme tout spécial et très-parfait, pour régler ainsi une durée aussi courte et donner, pour les diverses parties de l'image, une égalité d'action lumineuse qui doit être réalisée à $\frac{1}{10000}$ de seconde.

» Quand la durée d'action lumineuse est si courte, l'image est beaucoup plus latente encore que dans les circonstances ordinaires; il faut lui appliquer un développement lent, qui se termine ensuite par le renforcement à l'acide pyrogallique et au nitrate d'argent.

» Je n'ai pas besoin d'ajouter que les opérations photographiques doivent être conduites avec le plus grand soin quand il s'agit d'images destinées à révéler de si délicats détails. En particulier, disons que le coton-poudre doit être préparé à haute température pour donner une couche d'une finesse suffisante. Ces conditions réalisées, on obtient alors des images solaires qui, par rapport aux anciennes, constituent un monde nouveau et montrent des phénomènes sur lesquels nous allons nous arrêter aujourd'hui un instant.

» Mais, auparavant, je dois dire que la lunette photographique qui m'a

---

([1]) Le chiffre se rapporte à l'action de la lumière solaire naturelle, qui n'aurait passé par aucun milieu réfringent.

servi dans ces recherches a été construite, pour notre expédition du Japon, par M. Prazmowski, le savant opticien qui prend actuellement une place si honorable dans l'optique française. M. Prazmowski avait basé les calculs de l'objectif sur les indications spectrales que je lui ai fournies, touchant le maximum d'action dont j'ai parlé.

» Pour les opérations photographiques, j'ai été très-habilement secondé par M. Arents, artiste photographe attaché à l'observatoire de Meudon.

» Examinons maintenant d'une manière sommaire, en nous réservant d'y revenir ensuite par des communications séparées, ce que les photographies nous apprennent, par un premier examen, touchant la constitution de la couche photosphérique.

» Ainsi que nous l'avons déjà dit, les photographies montrent la surface solaire couverte d'une granulation générale. Les formes, les dimensions, la distribution de cette granulation ne sont pas en accord avec les idées qu'on s'était formées de ces éléments de la photosphère, d'après l'examen optique. Les images photographiques ne confirment nullement l'idée que la photosphère soit constituée par des éléments dont les formes constantes rappelleraient des feuilles de saule, des grains de riz, etc.

» Ces formes, qui peuvent se rencontrer accidentellement en tel ou tel point, ne sont que des exceptions, et ne peuvent être considérées comme exprimant une loi générale de la constitution du milieu photosphérique. Les images photographiques nous conduisent à des idées beaucoup plus simples et plus rationnelles sur la constitution de la photosphère.

» *Formes des éléments granulaires.* — Si l'on étudie la granulation dans les points où elle est le mieux formée, on voit que les grains ont des formes très-variées, mais qui se rapportent plus ou moins à la forme sphérique. Cette forme est généralement d'autant mieux atteinte que les éléments sont plus petits. Dans les grains très-nombreux, où les formes sont plus ou moins irrégulières, on voit que ces grains sont formés par l'agrégation d'éléments plus petits rappelant la sphère. Là même où la granulation est moins nette et où les grains paraissent étirés, on sent que la sphère a été la forme première des éléments, forme plus ou moins modifiée par l'effet des forces qui agissent sur ces corps.

» La forme normale des éléments granulaires de la photosphère paraît donc se rapporter à la sphère et les figures irrégulières paraissent s'y rattacher encore, soit que l'élément ait été constitué par des corps plus petits, soit que ce même élément se trouve plus ou moins déformé par l'effet de forces étrangères agissant sur le milieu où il est plongé. Il résulte encore de

ces considérations une conséquence très-importante, c'est la preuve, découlant du fait même de la grande variété des formes des éléments granulaires, que ces éléments sont constitués par une matière très-mobile qui cède avec facilité aux actions extérieures. L'état liquide ou gazeux jouit de ces propriétés; mais, en ayant égard à d'autres considérations que nous développerons plus tard, on est conduit à admettre pour les granulations un état très-analogue à celui de nos nuages atmosphériques, c'est-à-dire à les considérer comme des corps constitués par une poussière de matière solide ou liquide nageant dans un milieu gazeux.

» *Origine des granulations.* — Si la couche solaire qui forme la photosphère était dans un état de repos et d'équilibre parfait, il résulte de la notion de sa fluidité qu'elle formerait une enveloppe continue autour du noyau solaire. Les éléments granulaires se confondraient les uns dans les autres, l'éclat du Soleil serait uniforme dans toutes ses parties. Mais les courants gazeux ascendants ne permettent pas cet état d'équilibre parfait. Ces courants brisent et divisent cette couche fluide en un grand nombre de points pour se faire jour : de là la production de ces éléments qui ne sont que des fractions de l'enveloppe photosphérique. Ces éléments fractionnaires tendent à prendre la forme sphérique par la gravité propre de leurs parties constituantes : de là la forme globulaire qui, comme on voit, ne correspond pas à un état d'équilibre absolu, mais seulement relatif, celui où la matière photosphérique, ne pouvant se constituer en une couche continue, est divisée en éléments qui tendent à prendre individuellement leur figure d'équilibre. Mais cet état d'équilibre individuel des parties est lui-même assez rarement réalisé; en des points nombreux, les courants entraînent plus ou moins fortement les éléments granulaires, et leur forme globulaire d'équilibre est altérée, jusqu'à devenir tout à fait méconnaissable quand les mouvements deviennent plus violents.

» Ces mouvements, dont la couche gazeuse où nagent les éléments photosphériques est incessamment agitée, ont des points d'élection. La surface solaire est ainsi divisée en régions de calme et d'activité relatives, d'où résulte la production du *réseau photosphérique*. En outre, dans les points mêmes de calme relatif, les mouvements du milieu photosphérique ne permettent pas aux éléments granulaires de se disposer en couche de niveau, d'où résulte l'enfoncement plus ou moins grand des grains au-dessous de la surface, et par suite, eu égard au grand pouvoir absorbant du milieu où nagent ces éléments, la grande différence d'éclat des grains sur les images photographiques.

» Ainsi, une première étude des nouvelles photographies nous conduit déjà à modifier beaucoup nos idées sur la photosphère, et l'ensemble des données qu'elles nous fournissent nous conduit à cette idée si simple sur la constitution des éléments photosphériques et sur les transformations qu'ils éprouvent par l'effet des forces auxquelles ils sont soumis.

» Tirons encore cette conséquence, du fait de la rareté relative des grains les plus brillants dans les images photographiques, que le pouvoir lumineux du Soleil réside principalement dans un petit nombre de points de sa surface. En d'autres termes, si la surface solaire était couverte entièrement par les éléments granulaires les plus brillants qu'elle nous montre, son pouvoir lumineux serait, d'après une première approximation sur laquelle nous aurons à revenir, de dix à vingt fois plus considérable.

» Enfin il est une grande question sur laquelle les faits précédents jettent un jour nouveau : c'est la question si souvent débattue de la variation du pouvoir lumineux du Soleil. Il est évident que les taches ne peuvent plus être considérées comme formant l'élément principal des variations que l'astre peut éprouver, et qu'il faudra désormais considérer le nombre et le pouvoir lumineux variable des éléments granulaires, qui peuvent jouer ici un rôle prépondérant. »

COSMOLOGIE. — *Constitution et structure bréchiforme du fer météorique de Sainte-Catherine (Brésil); déductions à tirer de ses caractères, en ce qui concerne l'histoire des roches météoritiques et notamment l'association habituelle du carbone au sulfure de fer.* Mémoire de M. **Daubrée.**

« Depuis que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie des observations sur le fer météorique de Sainte-Catherine (Brésil) (¹), j'ai reçu, dans un nouvel envoi, des morceaux plus volumineux que ceux qu'il m'avait été possible d'examiner. Ces trois nouveaux échantillons, d'un diamètre de 18 et de 22 à 24 centimètres, complètent les faits remarquables que nous avaient appris les échantillons plus petits.

» *Constitution bréchiforme du fer; application à l'histoire des tufs météoritiques.* — Ce que l'on remarque avant tout sur la section polie de chacun de ces échantillons, c'est une structure éminemment bréchiforme, comme celle qui avait déjà été constatée. Malgré sa ténacité, la masse de fer a été réduite en une multitude de fragments anguleux, qui ont ensuite été ci-

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 482 et 1508.

mentés par un réseau de veinules irrégulières, les unes microscopiques, les autres atteignant 20 millimètres de largeur. Sur une section de plus de 300 centimètres carrés, il est difficile de trouver la surface d'un seul qui ne présente soit des fragments désunis, soit un simple *craquelé*. Dans certaines parties, les plans de fissures forment trois systèmes, disposés à angle droit l'un sur l'autre, qui simulent un clivage cubique.

» Beaucoup de ces veines contrastent, par leur teinte jaune de bronze, avec le ton gris rosé du fer nickelé. La substance qui en forme la masse principale se dissout dans les acides, avec dégagement d'hydrogène sulfuré et dépôt de soufre; c'est donc, non un protosulfure, mais bien un sesquisulfure de fer ou pyrrhotine. Le résidu est fortement coloré en noir par du graphite, qui y est mélangé à un état de grande division. On peut constater le mélange en chauffant ce résidu dans un petit tube très-effilé; le soufre se sépare du charbon et vient se condenser à l'extrémité supérieure.

» A leur contact avec le fer, les veines de pyrrhotine présentent parfois une bordure très-mince, mais très-brillante, qui a les caractères du phosphure, nommé *schreibersite*. Ailleurs c'est une lame noire, dont la teinte est due au graphite.

» D'autres veines, beaucoup plus minces que celles de pyrrothine, formant un réseau serré, traversent à la fois le fer métallique et les veines de pyrrhotine : ces dernières sont formées par l'oxyde de fer magnétique, en partie cristallisé.

» Les fragments dans lesquels le fer a été brisé sont encore juxtaposés, de manière à montrer que leur position relative s'est modifiée très-peu après la rupture; parfois leur écart ne dépasse pas $\frac{1}{10}$ de millimètre. Après l'action extraordinairement énergique qui a brisé le fer, les fragments, à peine déplacés, ont donc été ressoudés entre eux. La pyrrhotine est venue les cimenter en partie; ensuite est arrivée la magnétite. Ce qui prouve cet ordre de succession, c'est que des fissures tapissées de la dernière substance traversent la pyrrhotine, aussi bien que le fer luimême. Le faible déplacement relatif des morceaux peut provenir de ce que la force agissante n'a duré qu'un temps très-court, et qu'ils ont été immédiatement réempâtés.

» Comme fer météorique et bréchiforme, dont les fragments anguleux ont été ressoudés aussi à peu près sur place, je citerai celui de Casey-County (Kentucky).

» J'ajouterai qu'une partie considérable des masses de fer de Sainte-Catherine, peut-être même la plus grande partie, est en très-menus frag-

ments ordinairement anguleux, de la grosseur d'une noix ou d'une noisette, qui sont restés incohérents; c'est à cet état presque pulvérulent qu'il en est arrivé en Europe près de 500 kilogrammes. Presque tous ces morceaux sont enduits à leur surface de magnétite; ils présentent donc les mêmes caractères que les fragments de la brèche dont il vient d'être question, avec cette seule différence qu'ils ne sont pas ressoudés entre eux. Souvent ces fragments présentent des surfaces arrondies qui paraissent avoir été polies ou striées par des frottements intérieurs.

» Beaucoup de ces fragments sont magnétipolaires et d'une manière très-prononcée.

» Quelle qu'en soit la cause, l'état concassé de masses de fer métallique, qui se montre ici d'une manière particulièrement évidente, est très-instructive pour l'histoire des roches météoritiques; elle nous présente la phase première et significative d'un phénomène bien remarquable.

» La rupture une fois produite, rien de plus facile à comprendre que les fragments ainsi formés se soient partiellement arrondis, peut-être par leur frottement mutuel, puis que ces fragments se soient souvent désunis. On s'explique ainsi, par exemple, des conglomérats, tels que celui de la sporadosidère de la Sierra de Chaco, formés de morceaux de fer arrondis et de très-petits grains de fer, associés à des masses pierreuses. En effet, lorsqu'une masse de fer est brisée par l'action de gaz très-comprimés, une partie de ce fer se réduit en très-menus débris, en une sorte de poussière, ainsi qu'on le constate en faisant agir les gaz de la dynamite; il est donc naturel de supposer que du fer a dû se pulvériser également lors de ruptures aussi violentes.

» Une force qui a été assez grande pour briser ainsi en menus fragments du fer métallique et malléable, en agissant non plus sur un métal très-tenace, mais sur une roche pierreuse, a pu et dû réduire cette roche en très-petits débris. La fréquence de brèches météoritiques sur lesquelles l'attention s'est portée depuis longtemps, et qu'Haidinger a qualifiées de *tufs*, analogues aux tufs volcaniques, se conçoit bien facilement, en présence du type du fer de Sainte-Catherine. De même que les fragments de fer, et à plus forte raison, les fragments de roches, d'abord anguleux, se sont arrondis, peut-être comme dans les *conglomérats de frottement* (*Reibungs conglomerat* de Leopold de Buch). L'expérience a, en effet, prouvé que des matériaux anguleux peuvent s'émousser et s'arrondir assez rapidement quand ils frottent les uns contre les autres, même sans le secours d'une très-forte pression. Telle peut être l'origine d'une partie des grains arrondis

que renferment les météorites du type commun (chondrites de Gustave Rose). J'ai montré que la structure globulaire, telle qu'elle se présente dans certains types, comme celui de la météorite d'Ornans, peut être imitée artificiellement et s'expliquer par une sorte de granulation opérée au moment où la substance se solidifie ([1]). Mais le plus souvent les globules des météorites paraissent être de simples débris, arrondis par le frottement. C'est ce qui résulte de l'examen de ces globules, soit à la loupe, soit au microscope, comme l'a vu M. Gustave Rose ([2]), et ce que M. Stanislas Meunier a fait clairement ressortir pour plusieurs types, tels que celui de Saint-Mesmin et de Parnallee. D'ailleurs, l'analyse chimique de ces globules montre qu'ils sont de même nature que la pâte qui les enveloppe, et que cette dernière présente cette même substance comme à l'état pulvérisé ([3]).

» *Cause possible de l'association habituelle du carbone au sulfure de fer, dans les météorites; expérience à l'appui.* — Ainsi qu'on l'a vu plus haut, la pyrrhotine qui cimente les fragments de fer est intimement mélangée de graphite.

» Cette association du graphite au sulfure de fer est très-fréquente dans les météorites; tel est particulièrement le cas pour les rognons de sulfure enveloppés dans le fer de Caille et dans celui de Toluca (Mexique). Dans ce dernier, le carbone très-divisé peut être reconnu à l'œil nu, dans un nodule sulfuré, à cause des taches noires et irrégulières qu'il y forme. D'un autre côté, le graphite des météorites contient souvent du soufre, à un état de combinaison encore inconnu, ainsi qu'il résulte des expériences très-délicates de M. Lawrence Smith. De plus, dans chacune des deux localités dont il vient d'être question, le sulfure est séparé du fer par une écorce mince de phosphure ou schreibersite, lequel est lui-même mélangé de graphite.

» Une association aussi habituelle ne peut être fortuite. Une réaction que j'ai essayée peut en rendre compte. Si l'on fait passer du sulfure de carbone à une température rouge sur une barre de fer, celle-ci se recouvre bientôt d'une pellicule d'un jaune de bronze et à éclat métallique. Cette substance est cristalline et l'on y distingue la forme de lames hexagonales bordées de facettes rectangulaires. La substance est soluble dans

---

([1]) *Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. XXVI, p. 95.

([2]) *Beschreibung der Meteoriten*, p. 97 et 98, *Pl. IV*, *fig.* 8 et 9.

([3]) Si le bisilicate prédomine souvent dans les globules, cela peut provenir de ce qu'ordinairement il est plus tenace que le péridot.

les acides avec dépôt de soufre et présente les caractères de la pyrrhotine. Ce soufre est mélangé de graphite, de même qu'il arrive pour la pyrrhotine des météorites. La réaction a été obtenue en opérant, soit au rouge naissant, soit au rouge prononcé.

» Dans les météorites, le sulfure de fer est donc mélangé de carbone, comme si cette combinaison résultait de l'action du sulfure de carbone sur le fer. C'est une supposition à laquelle était déjà arrivé M. Berthelot, lorsqu'il examina le graphite du fer météorique de Cranbourne ([1]). Dans cette même hypothèse, l'association du carbone au phosphure de fer correspondrait peut-être à l'action du sulfure de phosphore sur le fer métallique. Il est à remarquer que le sulfure et le phosphure renferment du nickel, comme le fer natif auquel ils sont associés. C'est dans des nodules de cette sorte que le sulfure de chrome (daubréelite) a été découvert par M. Lawrence Smith.

» Parmi les actions par lesquelles on peut expliquer la rupture d'une masse aussi tenace, nous ne connaissons guère que celle de gaz fortement comprimés, tels, par exemple, que nous pouvons la produire artificiellement par l'explosion de la dynamite.

» D'après ce qui vient d'être dit, il ne serait pas impossible que les gaz ou vapeurs qui ont produit l'explosion eussent eux-mêmes fourni les substances qui en ont ensuite et immédiatement cimenté les fragments; car l'émanation qui a produit ces substances, et la magnétite en particulier, a pénétré profondément dans les fissures capillaires. Or, c'est exactement ce qui arrive quand les gaz de la dynamite, après avoir brisé et craquelé le fer, y font pénétrer les poussières ambiantes jusque dans les moindres fissures ([2]).

Explication de l'oxyde de fer mélangé au fer carburé d'Ovifak. — Comme conséquence de la pénétration de l'oxyde de fer magnétique dans le fer de Sainte-Catherine, je terminerai par une observation relative au fer natif d'Ovifak.

» On sait que ce fer est intimement mélangé, dans certaines parties, d'oxyde de fer, ainsi que l'a reconnu M. Wöhler. La coexistence de cet oxyde de fer avec du fer métallique, qui renferme au delà de 5 pour 100 de carbone, paraissait singulière ([3]); car on ne s'expliquait pas que, si ces

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXX, p. 422.

([2]) *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 257.

([3]) *Comptes rendus.*

masses se sont formées à haute température, l'oxyde n'eût pas été réduit par le carbone, en présence duquel il se trouvait. Mais le fait pourrait s'expliquer très-simplement, d'après ce que nous venons de voir pour le fer de Sainte-Catherine, où l'oxyde de fer résulte d'une action oxydante survenue ultérieurement. Dans le fer nickelé du Brésil, comme dans celui d'Ovifak, la pénétration de l'oxyde magnétique, tant dans le fer métallique que dans la pyrrhotine, est également très-intime dans certaines parties de la masse [1].

Écorce de limonite et d'autres produits d'altération. — Beaucoup des échantillons du fer natif de Sainte-Catherine sont enveloppés d'une masse ocreuse, formant une écorce dont l'épaisseur dépasse plusieurs centimètres, et qui pénètre irrégulièrement dans l'intérieur du fer. Cette partie ocreuse est parfois dure, susceptible d'un beau poli, et ne se laisse pas rayer par une pointe d'acier. Parfois cette limonite est cloisonnée, de manière à rappeler la structure bréchiforme de la masse métallique dont elle dérive. En quelques parties, on y distingue un dépôt pulvérulent bleu de phosphate de fer ou vivianite, et un enduit mince jaune verdâtre, qui paraît être aussi un phosphate de fer. Ailleurs c'est un enduit vert de carbonate de nickel hydraté. D'un autre côté, des parties encore brillantes ont résisté à l'oxydation, et consistent soit en schreibersite, soit en un alliage de nickel moins altérable que la masse. Au milieu de toutes les parties ocreuses, se distinguent de très-nombreux grains de quartz hyalin, tels qu'en contient le granite; ils proviennent sans doute de la roche sur laquelle reposait le bloc de fer, quand il s'est oxydé; du mica altéré y est aussi disséminé.

» Ces masses ocreuses sont habituellement magnétipolaires, comme la substance première dont elles dérivent, et dont elles sont sans doute encore mélangées : il y a des passages graduels de l'un à l'autre état.

» L'épaisseur de ces masses, à la fois oxydées et hydratées, doit faire supposer que le fer nickelé de Sainte-Catherine est depuis longtemps soumis à l'action oxydante de l'atmosphère terrestre. Leur formation n'a certainement rien de commun avec celle de l'oxyde magnétique et cristallisé qui s'est insinué dans toutes les parties de la masse, au milieu de conditions toutes différentes, et antérieurement à l'arrivée sur notre globe. »

---

[1] Ainsi, en dissolvant la pyrrhotine de Sainte-Catherine dans un acide sans le contact de l'air, on a trouvé, dans la liqueur, du peroxyde de fer, qui est dû sans doute à la présence de l'oxyde magnétique.

BOTANIQUE. — *De l'ordre d'apparition des premiers vaisseaux dans les bourgeons des* Fœniculum vulgare *et* dulce; par M. A. Trécul.

« Les feuilles de ces plantes sont distiques, et leur gaîne, embrassant complétement la tige à son insertion, reçoit des faisceaux de toute la circonférence de celle-ci. Voyons où commencent les premiers vaisseaux de chaque feuille, et quelle marche ils suivent dans les bourgeons terminaux et dans les axillaires.

» Bourgeons terminaux. — L'embryon est petit et ne contient pas de vaisseaux. Dans des plantules longues de 5 à 6 millimètres, chaque cotylédon contient dans sa nervure médiane un fascicule vasculaire étendu aussi dans la moitié supérieure à peu près du petit axe placé au-dessous. A l'intérieur de cet axe les deux fascicules sont d'abord indépendants l'un de l'autre; mais plus tard, quand il s'est développé un faisceau latéral dans chaque côté des cotylédons, ces quatre derniers faisceaux sont insérés au sommet du petit axe, sur l'intervalle qui sépare les nervures médianes des deux cotylédons; il en résulte au-dessous de cette insertion, sur un court espace, une sorte de lame vasculaire, disposée dans le plan des nervures médianes des cotylédons. Un peu plus bas cette lame, qui a déjà ses plus petits vaisseaux sur les côtés, se bifurque, et il ne subsiste, dans le même plan, que deux faisceaux opposés, dont les plus petits vaisseaux sont tournés vers l'extérieur, comme dans la lame ([1]).

» La gemmule donne d'abord une petite feuille orientée dans le plan perpendiculaire à celui des cotylédons. J'ai toujours trouvé son premier vaisseau inséré excentriquement près de la base des faisceaux cotylédonaires. Il monte dans la nervure médiane de la feuille, et sur lui s'insèrent les premiers vaisseaux de tous les lobes de celle-ci.

Devant décrire plus loin l'évolution des feuilles, je ne m'y arrêterai ici que pour indiquer la position de leurs vaisseaux basilaires dans la jeune tige; et, pour abréger, je prendrai tout de suite une plantule ayant déjà quatre ou cinq feuilles. Si la dernière est haute d'environ $0^{mm},70$, on pourra trouver au-dessous d'elle, plongé dans les courts mérithalles qui supportent les deux feuilles précédentes, un petit vaisseau libre par les deux bouts : c'est le

---

([1]) Je n'indique ici que l'état offert par des plantules très-jeunes; des individus un peu plus âgés avaient les deux faisceaux radiculaires réunis. Je n'ai pas à m'occuper ici de l'accroissement de la racine.

vaisseau basilaire de la nervure médiane de cette feuille. Dans une feuille un peu plus âgée, haute de $1^{mm},05$ à $1^{mm},50$, il existera en outre, mais dans le rachis, au-dessus de la gaîne, un court vaisseau libre aussi par les deux bouts. A un âge plus avancé ce vaisseau supérieur et le basilaire s'unissent et n'en forment qu'un, qui par en haut s'allonge dans la nervure médiane de la feuille, et par en bas va s'insérer, avec les faisceaux des autres feuilles, au voisinage de la base des cotylédons, quelquefois après avoir émis un ou deux rameaux descendants. Les premiers vaisseaux des faisceaux latéraux de la même feuille ne naissent que postérieurement. A cause de cela, on peut trouver dans l'axe, à peu près à la même hauteur que le vaisseau basilaire commençant de la feuille supérieure, des vaisseaux latéraux basilaires de la feuille précédente en voie de formation, libres aussi par les deux bouts, quelquefois déjà appliqués par l'extrémité inférieure contre un faisceau latéral de la feuille antérieure, et arrivant par en haut dans la base de la feuille à laquelle ils doivent appartenir.

» Le même mode de production des premiers éléments vasculaires a lieu sous toutes les feuilles des bourgeons terminaux. Par en haut ils entrent successivement dans la gaîne, et s'y comportent comme je le dirai plus loin en parlant de ceux des bourgeons axillaires; par en bas ils descendent dans la tige, entre les faisceaux des feuilles précédentes, parcourant ainsi les uns un seul mérithalle, les autres deux ou trois, et s'arrêtant, par conséquent, à des hauteurs diverses, en s'unissant aux faisceaux des feuilles sous-jacentes, ordinairement en haut des mérithalles. Là souvent, après s'être reliés à l'un des faisceaux voisins, une branche les continue plus bas, s'interposant aussi aux faisceaux des mérithalles placés au-dessous, et finissant de même à la partie supérieure d'un mérithalle. Mais tous les faisceaux interposés à ceux des mérithalles plus âgés n'ont pas le caractère de simples continuateurs des faisceaux des feuilles supérieures, quelques-uns, très-grêles, pouvant être reliés par en haut et par en bas chacun à deux faisceaux plus forts. C'est qu'en effet, après que les vaisseaux ou faisceaux basilaires des feuilles ont rejoint ceux des mérithalles placés au-dessous, on ne peut plus affirmer qu'ils se sont allongés par en bas, si on ne l'a pas vu, et cela d'autant mieux que leur partie inférieure est quelquefois la plus épaisse. Elle peut être déjà plus grosse avant que la jonction soit opérée. Pour rester dans les limites de l'observation, il convient de dire seulement que, dans les mérithalles inférieurs, de jeunes faisceaux grêles s'interposent aux plus vieux, en se reliant à eux à la jonction des mérithalles. Cela n'est point contraire à la propriété bien constatée qu'ont

les vaisseaux basilaires des feuilles de s'allonger par en haut et par en bas par l'addition de nouvelles cellules vasculaires, et est en harmonie avec la théorie de la formation des vaisseaux et de la partie du corps ligneux qui sont produits sous l'influence du suc descendant.

» Quelque temps après, on constate que tous les faisceaux du pourtour de la moelle s'épaississent horizontalement, par l'apparition de la couche génératrice entre le liber et le système vasculaire. Plus tard encore, il se fait dans la moelle, vis-à-vis de l'insertion de chaque feuille, un plexus fibro-vasculaire transversal, qu'accompagnent des canaux du suc oléorésineux, comme je l'ai dit en 1866 (*Comptes rendus*, t. LXIII, p. 205).

» On voit par ce qui a lieu dans ces *Fœniculum* et dans quelques plantes que j'ai déjà citées, que quand plusieurs faisceaux vasculaires montent de la tige dans la feuille, ils entrent dans celle-ci *successivement* et non *à la fois*, comme cela a été dit.

» Bourgeons axillaires. — Il est à remarquer que les bourgeons axillaires ont leurs deux rangées de feuilles orientées suivant un plan perpendiculaire à celui des feuilles de la tige mère, comme le bourgeon placé entre les cotylédons a les siennes perpendiculaires à celui des cotylédons. De plus, la première feuille du bourgeon axillaire tourne sa face supérieure tantôt à droite, tantôt à gauche.

» L'insertion de ces bourgeons axillaires est des plus dignes d'attention; car leurs faisceaux basilaires embrassent la tige souvent à peu près tout à fait. Dans ce cas, de leurs vaisseaux s'insèrent sur les côtés de tous les faisceaux de la feuille axillante, de sorte que ceux qui sont, par leur extrémité inférieure, au contact des faisceaux de cette feuille les plus éloignés de la base libre du bourgeon, rampent horizontalement dans le tissu de l'aisselle de cette feuille.

» Ces vaisseaux basilaires du bourgeon débutent de deux manières: les uns naissent au contact des faisceaux de la feuille axillante; les autres sont d'abord libres par leurs deux extrémités, et se mettent ensuite en relation avec un faisceau de cette feuille. Dans le premier cas, on peut en trouver de courts, insérés sur des faisceaux plus ou mois distants de la base du bourgeon, et dirigeant leur extrémité supérieure horizontalement vers celui-ci. Il en vient ainsi du côté droit et du côté gauche de l'insertion. Quand ils sont plus longs et plus nombreux, on en voit qui, partis de différents faisceaux de la feuille axillante, s'unissent en un groupe graduellement atténué, et ordinairement terminé, près de la base libre du bourgeon, par un seul vaisseau qui se dresse vers celui-ci. Un groupe semblable peut

exister de chaque côté, mais le premier apparaît au-dessous du dos de la première feuille du bourgeon, qui peut n'avoir que $0^{mm},65$ de hauteur. En entrant dans la base de celui-ci le vaisseau terminal du groupe traverse d'abord le court mérithalle sur lequel repose la première feuille ; puis il arrive dans la nervure médiane de cette dernière. Alors, dans l'espace interposé aux vaisseaux basilaires venant de la droite et de la gauche de l'insertion, s'en forment d'autres immédiatement au-dessous du bourgeon. On peut les trouver courts et libres par les deux bouts, ou plus longs et reliés inférieurement à un des faisceaux voisins appartenant à la feuille axillante, ou à deux par une bifurcation, et quelquefois entre eux. Ainsi naît d'abord un premier latéral, qui entre dans la nervure la plus rapprochée de la médiane, puis ensuite un deuxième qui monte dans une nervure plus éloignée de celle-ci, plus tard et plus loin un troisième, etc. Les nervures voisines des bords de la gaîne ne reçoivent leur premier vaisseau que très-tard.

» Dans certains bourgeons qui semblent moins actifs, le premier vaisseau de la nervure médiane de la gaîne monte ainsi graduellement dans le rachis; le vaisseau du premier faisceau latéral de chaque côté arrive ensuite à la hauteur du lobe ou pétiole secondaire inférieur correspondant, y entre et se prolonge dans sa nervure médiane; puis monte le premier vaisseau du deuxième latéral, qui vient aboutir au vaisseau qui entre dans cette nervure médiane secondaire; etc.

» Mais il n'en est pas toujours ainsi. Dans un grand nombre de bourgeons, qui m'ont paru plus actifs, et en particulier dans ceux de l'aisselle des feuilles de très-jeunes rameaux (longs de $12^{mm},00$ à 4 ou 5 centimètres) qui produisent des inflorescences, le premier vaisseau de chaque feuille commence comme dans les bourgeons terminaux. Au-dessous de la première feuille de ces bourgeons axillaires, haute de $0^{mm},70$ à $1^{mm},00$, et plus tard au-dessous de la deuxième, il se forme dans le tissu d'insertion, tout près de la base libre du bourgeon (beaucoup plus rarement dans cette base même) un court vaisseau libre par ses deux bouts, plus ou moins incliné et un peu courbe, dirigeant sa pointe supérieure vers le bas du bourgeon, tandis que l'autre extrémité s'étend à peu près horizontalement et va s'insérer sur un faisceau de la feuille axillante plus ou moins éloigné. A lui s'en ajoutent d'autres qui se terminent plus loin ou plus près sur d'autres faisceaux de la même feuille.

» Quand ce premier vaisseau basilaire est encore court et libre par ses deux bouts, avant qu'il entre dans la base de la feuille à laquelle il est destiné, il naît à l'intérieur de celle-ci, vers la jonction de la gaîne et du rachis

proprement dit, ou un peu plus haut dans ce dernier, un court vaisseau qui, par un bout, monte dans la nervure médiane dorsale, et par l'autre bout descend vers celui qui vient d'en bas. Ordinairement après qu'ils se sont unis, quelquefois avant, le premier vaisseau de la nervure médiane dorsale de chacun des rameaux inférieurs de la feuille se comporte à peu près de même, c'est-à-dire qu'à la hauteur de l'insertion de ces rameaux ou pétioles secondaires, il se fait de chaque côté du faisceau médian dorsal du rachis, à petite distance, un court vaisseau souvent courbé dès son origine, dont l'extrémité supérieure est dirigée vers le bas du rameau correspondant, tandis que le bout inférieur descend dans la gaîne pour rejoindre le basilaire qui monte à sa rencontre.

» D'abord isolés du médian dorsal du rachis, ces vaisseaux latéraux se relient bientôt à lui par une anastomose transversale au niveau des pétioles secondaires ou lobes déjà composés. Quelquefois même, surtout dans la première feuille des jeunes plantes, la nervure médiane des lobes inférieurs, comme le fait toujours celle des lobes supérieurs, s'insère ou va s'insérer tout d'abord sur le faisceau médian dorsal du rachis. Que la nervure médiane de ces lobes se forme de l'une ou de l'autre manière, il part d'auprès d'elle un rameau vasculaire qui descend dans la gaîne, et va au-devant d'un autre basilaire qui y monte, comme avait fait le premier latéral. Pendant que se multiplient les faisceaux latéraux de la gaîne et de la base du rachis qui la surmonte immédiatement, il est produit successivement, de bas en haut de ce rachis et d'arrière en avant, des faisceaux latéraux dans les entre-nœuds qui séparent les divers étages de pétioles secondaires, et à chaque étage tous les faisceaux verticaux du rachis sont reliés transversalement par un plexus vasculaire, comme celui qui existe dans la tige près de l'insertion de chaque feuille ([1]). C'est sur ces faisceaux latéraux que s'insèrent les latéraux des pétioles secondaires, à mesure qu'ils sont produits.

» Les faisceaux les plus externes de la gaîne, qui sont ses derniers formés, n'entrent pas dans le rachis; ils se terminent en s'alliant par leur extrémité supérieure avec le latéral du rachis le plus rapproché.

» Les ramifications de la feuille, qui s'atténuent peu à peu de bas en haut, suivant l'ordre de leur génération, ont un nombre de faisceaux graduellement plus petit, réduit à trois longitudinaux dans les lobes supérieurs.

([1]) Il est à noter que *dans les axes* les vaisseaux du plexus transverse, placé près de la base de chaque feuille, naissent plus tard que ceux des plexus transversaux situés dans le rachis de la feuille correspondante.

Je ne m'y arrêterai que pour signaler la production des premiers vaisseaux. Si le premier vaisseau du faisceau médian dorsal d'un lobe d'ordre quelconque de la feuille débute quelquefois au contact de la nervure médiane de la division sur laquelle ce lobe s'insère, il arrive aussi que ce premier vaisseau commence souvent à distance, soit vis-à-vis de l'insertion même du lobe concerné sur la division qui le porte, soit un peu plus haut dans la partie inférieure libre de ce lobe ; il se relie plus tard seulement aux vaisseaux de la nervure médiane de la division sous-jacente. Si ce sont des lobes extrêmes que l'on considère, il se forme ainsi d'abord un vaisseau basilaire, libre par les deux bouts, parfois fixé par son extrémité inférieure, puis un peu après un fragment vasculaire apparaît près du sommet du lobe. L'union de ces deux fragments complète l'ébauche de la nervure médiane. Celle-ci se renfle à sa partie supérieure, ou bien deux courts vaisseaux s'y forment de chaque côté. C'est de là que partent les premiers vaisseaux latéraux de ce lobe ; il en descend un près de chaque bord, mais un vaisseau latéral basilaire vient quelquefois à sa rencontre. Quand ces nervures sont complètes, elles présentent la disposition suivante à l'insertion d'un lobe sur l'autre.

» La nervure médiane du plus grand porte la nervure médiane du plus petit; la nervure médiane du petit porte la nervure marginale du côté supérieur du plus grand ; cette nervure marginale du plus grand porte la nervure marginale du côté supérieur du petit lobe ; enfin la nervure marginale du côté inférieur ou externe de chaque lobe s'insère sur la nervure médiane du lobe placé au-dessous. La nervure médiane de chaque lobe est en outre reliée aux marginales par des fascicules obliques. »

HYDRAULIQUE. — *Note sur les ondes et les remous de diverses espèces qui se présentent dans un canal dont le courant est alternativement intercepté ou rétabli, et dont on peut faire varier la profondeur;* par M. A. DE CALIGNY.

« En 1874, j'ai eu occasion de faire des expériences sur les remous dans un canal rectangulaire en maçonnerie de $0^m,49$ de large, et où la profondeur de l'eau variait de $0^m,16$ à $0^m,125$. La vitesse du filet central de la surface était en moyenne d'environ 1 mètre par seconde; je ne l'ai pas conservée dans mes notes. Je me proposais de répéter quelques expériences de Bidone sur le remous à surface presque horizontale, sauf quelques ondes à l'extrémité du remous qu'il a observé en interrompant brusquement un courant d'eau par la baisse d'une vanne. Je fus très-

étonné de voir que, dans les conditions où j'opérais, ce phénomène ne se produisait pas. Quand on baissait brusquement la vanne, il se produisait, au moins jusqu'à une trentaine de mètres en amont, une série d'ondes entremêlées de creux assez réguliers. Il y a d'abord, en avant, beaucoup d'ondes, dont les premières sont de grandeur analogue chacune à celle d'une onde *solitaire* qui aurait été produite dans un canal de même profondeur. Elles sont suivies d'ondes plus petites, qui finissent par se confondre avec les rides ordinaires du canal; puis, après deux minutes et demie, les rides de l'eau du canal revenaient comme dans un écoulement continu, l'eau passant par-dessus la vanne ou par les défauts de celle-ci. La vitesse de ces grandes ondes ne paraît pas différer beaucoup de celle de l'onde solitaire, quand j'en produisais une dans ce canal.

» J'ai eu occasion, en 1875 et 1876, de répéter ces expériences dans des circonstances diverses, en faisant varier la profondeur des canaux au moyen de vannes noyées. Le même genre de phénomène s'est reproduit, et je ne suis parvenu à retrouver le remous de Bidone que pour des courants beaucoup moins profonds. Ainsi, quand on opère sur un canal factice alimenté par un courant ayant un débit déterminé, il suffit, du moins dans les limites de mes observations, d'augmenter la profondeur de l'eau du canal au moyen d'une vanne noyée d'une hauteur suffisante pour ne plus retrouver le remous de Bidone, quand on intercepte ensuite le courant, d'une manière brusque, par la baisse d'une vanne.

» Quand, au lieu d'intercepter un courant, on levait brusquement une vanne verticale qui fermait l'extrémité d'un canal, il se présentait un autre phénomène qui se faisait aussi sentir à de grandes distances : je veux parler d'un véritable effet d'*écrasement* de la surface de l'eau d'amont. Les choses se passent à peu près, à partir d'une certaine distance, comme si un plan d'une très-grande longueur décrivait un angle d'ailleurs très-petit autour d'un axe horizontal, perpendiculaire à la longueur du courant. On voit, à droite et à gauche du canal, se former des rides qui convergent vers l'axe de ce dernier. Le phénomène des rides convergentes est très-connu pour les cours d'eau permanents; mais il ne paraît pas qu'on l'ait observé pour le cas dont je viens de parler, relativement à la *formation* d'un courant dans un canal de section rectangulaire, quand on lève une vanne. Dans les circonstances où j'ai opéré, la vitesse de propagation de ces rides en amont est plus grande que la vitesse de propagation des ondes précitées qui se formaient lorsque j'interceptais brusquement un courant.

J'attribue l'apparition de celles-ci, à la place des remous de Bidone, à ce que, en général, dans les circonstances où je les ai produites, le courant avait une vitesse moyenne dont la *hauteur due*, selon l'expression des hydrauliciens, était assez petite par rapport à la profondeur de l'eau dans le canal. Il résulte de cette condition, d'après la facilité que les grandes ondes trouvent à se développer, quand les profondeurs de l'eau sont suffisantes, que les circonstances précitées où se sont produites ces ondes sont très-différentes de celles qui se présentent dans un courant tombant librement à l'extrémité d'un canal factice *sans vanne noyée*. Il y a donc lieu de penser que, dans ces dernières conditions, j'aurais pu reproduire le remous de Bidone pour d'assez grandes épaisseurs d'eau, si j'avais eu un courant assez fort à ma disposition.

» Il est intéressant de remarquer que, lorsqu'on produit une onde *négative* d'une grande longueur, en levant, puis baissant une vanne à l'extrémité d'un canal factice, on produit à sa suite une série d'ondes *positives* ayant la même cause que celles dont je viens de parler et dont on n'avait pas, je crois, donné la raison. Les phénomènes, objet de cette Note, se présentent, à certains égards, dans la manœuvre de l'écluse de l'Aubois, avec des différences provenant de la forme du système. Quand l'eau d'aval entre dans l'appareil, il se produit, jusqu'à une grande distance, un *écrasement* assez régulier de la surface de l'eau dans la rigole de décharge. Quand le tube d'aval redescend, il se produit une série d'ondes analogues à celles dont j'ai parlé ci-dessus, mais dont la forme est modifiée par les conditions actuelles du système et de la chambre de ce tube.

» Il ne faut pas confondre les phénomènes dont il s'agit avec l'espèce particulière d'agitation qui se produit dans l'écluse, quand le grand tuyau de conduite de l'appareil débouche, comme à celle de l'Aubois, à l'une des extrémités du sas, et qu'on ne se sert pas des *grandes oscillations initiales et finales, qui changent si essentiellement l'état de la question*. Soit que l'eau entre ou qu'elle sorte, si cela se fait au moyen de périodes assez courtes, on conçoit que, le mouvement qui accumule de l'eau à l'une des extrémités du sas exhaussant le niveau à cette extrémité, il y ait à la fin de chaque période une cause de retour de l'eau, qui est accumulée au-dessus de celle qui la précède. Aussi, quand il n'y avait pas de bateau dans l'écluse et qu'on a voulu mesurer, au moyen de flotteurs disposés aux deux extrémités, l'épaisseur de la tranche d'eau entrée ou sortie à *chaque période*, afin d'essayer de se former une idée du *rendement particulier* de chaque période, on n'a

trouvé que des résultats tout à fait incohérents, les quantités à mesurer n'étant pas assez grandes par rapport aux chances d'erreurs résultant des dénivellations alternatives dont il s'agit. On ne peut obtenir des mesures assez régulières *pour chaque période*, que dans les cas où les ondes sont convenablement amorties par les plus grands bateaux chargés et quand les expériences sont en assez grand nombre, comme l'ont été celles de M. l'Inspecteur général Vallès.

» J'ai d'ailleurs ajourd'hui un moyen d'obtenir directement des mesures *cubiques*, en transformant la rigole de décharge, au moyen d'une porte de flot, en bassin de jauge. Cela est, il est vrai, au désavantage de l'appareil, à cause des variations de niveau dans ce bassin, ce dont au reste on peut tenir compte. On s'est assuré par ce moyen, en répétant suffisamment les expériences, qu'un seul homme peut, sans se fatiguer, manœuvrer les deux tubes mobiles *assez vivement* pour obtenir un rendement aussi grand que celui qui avait d'abord été obtenu au moyen de plusieurs hommes, si l'on met l'appareil dans les mêmes conditions. Quelques modifications ont été faites depuis la publication des dessins. On peut obtenir directement, au moyen de ce bassin de jauge, une mesure rigoureuse de la quantité d'eau relevée de ce bassin dans l'écluse pendant le remplissage. Quant à la vidange, pour connaître la quantité d'eau relevée au bief supérieur, il suffit de prendre la différence entre le volume d'eau sorti de l'écluse et celui qui est descendu dans le bassin de jauge. Il n'y a de chance d'erreur qu'une seule fois pour chaque opération *totale* de remplissage ou de vidange, et encore on a tout le temps nécessaire pour laisser reposer les surfaces, de manière à prendre des mesures rigoureuses à la fin de chaque opération *totale* [1]. »

---

[1] Dans ma Note du 26 novembre dernier, j'ai expliqué comment on pouvait, au moyen d'un plan incliné, amortir les ondes de ce bassin de jauge ou bassin d'épargne. J'ai fait quelques tentatives sur un canal factice pour utiliser ces ondes dans le cas où l'on se sert ainsi d'un bassin d'épargne. En disposant sur un plan incliné des surfaces verticales convergentes, j'ai pu faire produire aux ondes *solitaires*, analogues à celles qui résultent de la vidange des tubes verticaux de cet appareil, des espèces de *coup de bélier*, versant, au sommet des plans inclinés dont il s'agit, une partie notable de la masse d'eau de ces ondes. Je n'attache d'ailleurs aucune importance bien sérieuse, pour le cas dont il s'agit, à ce moyen de se débarrasser d'une certaine quantité d'eau, en la faisant jaillir; mais il peut être intéressant, si toutefois cela n'a pas déjà été fait, de signaler ce moyen d'élever de l'eau par la force des vagues, que j'ai varié de diverses manières.

CHIMIE. — *Sur la condensation des gaz réputés incoercibles.* Note de M. L. CAILLETET.

« J'ai poursuivi mes expériences sur la liquéfaction des gaz et je suis heureux d'annoncer à l'Académie que j'ai réussi à liquéfier l'azote et l'air atmosphérique. L'hydrogène lui-même fournit des indices de liquéfaction, comme je vais le dire tout à l'heure.

» Voici quelques détails sur mes essais :

» *Azote.* — L'azote pur et sec, comprimé vers 200 atmosphères à la température de $+13^{\circ}$, puis subitement détendu, se condense de la manière la plus nette; il se produit d'abord une matière semblable à un liquide pulvérisé, en gouttelettes d'un volume appréciable, puis ce liquide disparaît peu à peu des parois vers le centre du tube, en formant à la fin une sorte de colonne verticale dirigée suivant l'axe du tube lui-même. La durée totale du phénomène est d'environ trois secondes.

» Ces apparences ne laissent aucun doute sur le caractère véritable du phénomène; j'avais fait d'abord l'expérience chez moi, à la température de -29°, et je l'ai répétée hier, 30 décembre, un grand nombre de fois au laboratoire de l'École Normale, en présence de plusieurs savants et Membres de l'Académie, parmi lesquels je suis heureux de citer, avec son assentiment, le vénéré M. Boussingault.

» *Hydrogène.* — L'hydrogène a toujours été regardé comme le gaz le plus incoercible, à cause de sa faible densité et de la conformité presque complète de ses propriétés mécaniques avec celles des gaz parfaits. Aussi n'est-ce qu'avec une extrême défiance du résultat que je me suis décidé à le soumettre aux mêmes épreuves qui ont déterminé la liquéfaction de tous les autres gaz.

» Dans mes premiers essais, je n'avais rien reconnu de particulier; mais, comme il arrive souvent dans les sciences expérimentales, l'habitude d'observer les phénomènes finit par en faire reconnaître les signes dans des conditions où ils avaient d'abord passé inaperçus.

» C'est ce qui arrive pour l'hydrogène. En répétant aujourd'hui même, en présence de MM. Berthelot, H. Sainte-Claire Deville et Mascart, qui veulent bien m'autoriser à invoquer leur témoignage, j'ai réussi à observer des indices de liquéfaction de l'hydrogène, dans des conditions d'évidence qui n'ont paru douteuses à aucun des savants témoins de l'expérience. Celle-ci a été répétée un grand nombre de fois. En opérant avec de l'hy-

drogène pur comprimé vers 280 atmosphères, puis brusquement détendu, nous avons vu se former un brouillard excessivement fin et subtil, suspendu dans toute la longueur du gaz et qui disparaissait subitement. La production même de ce brouillard, malgré son extrême subtilité, a paru incontestable à tous les savants qui ont vu aujourd'hui cette expérience et qui ont pris soin de la faire répéter à plusieurs reprises, de façon à ne conserver aucun doute sur sa réalité.

» *Air.* — Ayant liquéfié l'azote et l'oxygène, la liquéfaction de l'air est par là même démontrée; cependant il m'a paru intéressant d'en faire l'objet d'une expérience directe, et, comme on pouvait s'y attendre, elle a parfaitement réussi. Je n'ai pas besoin de dire que l'air avait été préalablement séché et privé d'acide carbonique. Ainsi se trouve confirmée l'exactitude des vues émises par le fondateur de la Chimie moderne, Lavoisier, sur la possibilité de faire revenir l'air à l'état de liquidité, en produisant des matières douées de propriétés nouvelles et inconnues, vues rappelées avec tant d'à-propos, dans la dernière séance, par notre illustre Secrétaire perpétuel.

» Qu'il me soit permis, en terminant, de témoigner toute ma reconnaissance à M. Berthelot et à mon cher maître M. H. Sainte-Claire Deville, pour tous les encouragements qu'ils ont bien voulu me donner, ainsi que pour l'hospitalité si bienveillante que j'ai toujours reçue au laboratoire de l'École Normale. »

« M. **Berthelot** déclare qu'il a été témoin, hier et aujourd'hui, des expériences de M. Cailletet, sur l'azote et sur l'hydrogène. La liquéfaction de l'azote ne lui paraît laisser place à aucune incertitude, d'après la succession des phénomènes qui viennent d'être si nettement décrits.

» Les observations faites avec l'hydrogène ont fourni des signes non douteux, à ses yeux, de la liquéfaction de ce gaz, quoique moins complets et plus difficiles à saisir qu'avec l'azote. En effet, d'après leur aspect et leur courte durée, ils représentent surtout le degré d'atténuation de la poussière liquide qui se produit vers la fin des phénomènes reconnus sur l'azote, c'est-à-dire dans la période qui précède immédiatement l'évanouissement du brouillard. L'extrême ténuité des particules liquéfiées qui constituent ce brouillard d'hydrogène, sorte de lueur disséminée, aussi bien que leur retour plus rapide à l'état gazéiforme, sont en parfait accord avec les propriétés comparatives de l'hydrogène et des autres gaz.

» Un mot encore, pour achever de définir les expériences de M. Cailletet.

Ce qui leur donne leur caractère et leur certitude propre, c'est qu'elles manifestent et permettent de comparer, *dans un même espace transparent et limité*, le gaz *sous ses trois états successifs :* de fluide élastique comprimé, de liquide pulvérisé, et de fluide en grande partie détendu. Ajoutons la facilité avec laquelle chaque expérience peut être répétée aussitôt, et autant de fois qu'on le désire, de façon à reproduire et à étudier séparément les diverses circonstances du phénomène.

» On ne peut guère démontrer davantage en pareille matière; du moins, jusqu'au jour où quelque savant, instruit par les découvertes actuelles, réussira à isoler dans l'état statique de liquides stables et susceptibles d'être maintenus d'une manière permanente devant le regard, — ce que personne n'a réussi à faire à l'heure présente, — les gaz qui viennent d'être liquéfiés, pour la première fois, par M. Cailletet, dans l'état dynamique, si je puis m'exprimer ainsi; c'est-à-dire dans l'état de liquides qui ne se forment sous l'œil de l'observateur que pour s'évaporer aussitôt. »

« M. DE LESSEPS annonce à l'Académie que le personnel de la première station scientifique et hospitalière de l'Association internationale africaine, fondée par le roi des Belges, vient d'arriver à Zanzibar.

» Il a rencontré, avant de s'engager dans son expédition, destinée à former un établissement sur les bords du lac Tangianika, l'intrépide voyageur Stanley, qui, de simple reporter d'un journal américain, envoyé à la recherche de Livingstone, est devenu un des plus illustres explorateurs de l'Afrique centrale.

» Stanley a bien voulu donner d'excellents conseils et d'utiles renseignements à notre station hospitalière.

» Nous espérons que, l'année prochaine, le Comité français de l'Association internationale pourra envoyer dans l'Afrique centrale le personnel d'une nouvelle station, combinant ses efforts avec la mission belge. »

« M. DE LESSEPS donne lecture du Rapport suivant, qui lui a été adressé, au sujet d'un orage qui a éclaté la nuit du 23-24 octobre 1877 dans la partie sud du canal de Suez :

« Un violent orage, accompagné d'une pluie torrentielle, a éclaté, dans la nuit du 23 au 24 octobre dernier, sur la région montagneuse qui borne au nord-ouest la ville de Suez, et a déterminé une inondation qui a causé quelques dégâts.

» Cet orage paraît avoir eu son centre de violence sur les derniers plateaux qui terminent, vers le sud-est, la chaîne des collines du Geneffé et celle de l'Attaka. Ces collines forment, à l'ouest de la vallée que suivent, entre les lacs Amers et la mer Rouge, le canal de Suez, le

canal d'eau douce alimentant la ville de Suez et l'ancien canal des Pharaons, trois dépressions distinctes dont les pentes sont dirigées vers le sud-est.

» Une carte annexée à la présente Note indique la marche suivie par les masses d'eau qui sont tombées.

» Les deux torrents les plus rapprochés de Suez se sont frayés deux passages vers la mer Rouge, au nord et à l'ouest de la ville de Suez, en coupant en plusieurs points les remblais du chemin de fer et ceux du canal d'eau douce, et en détruisant trois cents maisons du village d'Arbaïn, faubourg de Suez.

» Enfin le torrent le plus septentrional, formé par l'accumulation des eaux tombées sur les versants est de la chaîne de Macassarahiet, après avoir également coupé la voie ferrée, le canal d'eau douce et l'ancien lit du canal des Pharaons, a été arrêté par les berges du grand canal maritime à l'ouest duquel il a formé, en quelques heures, un lac artificiel de plusieurs kilomètres carrés de surface, cubant environ *cinq millions* de mètres. Ce chiffre donne une idée de l'énorme volume des eaux fournies par l'orage.

» La pluie a recommencé, mais avec bien moins de violence, dans la nuit du 26 au 27 octobre, de $9^h 30^m$ du soir à 3 heures du matin. L'orage ne s'est pas étendu aux régions septentrionales de l'isthme; Ismaïlia et Port-Saïd ont reçu, cette fois, très-peu d'eau.

» Le 25 mai 1875, de grandes pluies étaient tombées sur le centre de l'isthme, sans atteindre la région de Suez; le 19 janvier et le 15 mai 1876, les pluies n'avaient couvert que Port-Saïd et la région nord du canal. »

« M. P. Gervais fait hommage à l'Académie de la description, accompagnée de planches, de l'Échidné de la Nouvelle-Guinée, dont il a parlé dans ses précédentes Communications, sous la dénomination d'*Acanthoglossus Bruijnii*. Il a ajouté à cette description quelques notes relatives à un animal de la même famille et du même pays, mais moins différent de l'Echidné d'Australie, que M. Ramsay a récemment signalé, en l'appelant *Echidna Lawesii*. Ce dernier a été découvert près du port Moresby. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de proposer une question pour le Concours du prix Fourneyron, à décerner en 1879.

MM. Phillips, Rolland, Tresca, Morin, Resal réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Dupuy de Lôme, de Saint-Venant.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de proposer une question pour le Concours du prix Vaillant, à décerner en 1879.

MM. Dumas, Chevreul, Faye, Bertrand, Pasteur réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Lœwy, Cl. Bernard, Decaisne, Mouchez.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de proposer une question pour le Concours du prix Valz, à décerner en 1878.

MM. Faye, Mouchez, Lœwy, Janssen, Puiseux réunissent la majorité des suffrages. Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Liouville, Villarceau.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

NAVIGATION. — *Cinématique et dynamique des ondes courantes, sur un sphéroïde liquide. Application à l'évolution de la protubérance elliptique autour d'un sphéroïde déformé par l'attraction d'un astre éloigné.* Note de M. **Em. Guyou**, présentée par M. Y. Villarceau. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Villarceau, Puiseux.)

« L'épicycloïde engendrée par un point lié à une circonférence de rayon ρ, qui roule intérieurement sur une circonférence de rayon ρ', a pour équations

$$X = R\sin\theta - r\sin n\theta,$$
$$Y = R\cos\theta + r\cos n\theta,$$

si l'on pose $R = \rho' - \rho$ et $n = \frac{R}{\rho}$; l'auteur ne considère, dans tout le cours du Mémoire, que les épicycloïdes intérieures accourcies, pour lesquelles n est un nombre entier.

» A chaque point X, Y de la courbe correspond un point du cercle R, défini par ses coordonnées polaires R et θ, et appelé *centre orbitaire;* si l'on imagine que chacun des points de la courbe, considéré isolément, se mette à tourner, autour de son centre orbitaire, avec une vitesse angulaire constante ε, on voit aisément qu'aux yeux d'un observateur, qui serait placé assez près de la figure pour suivre chacun des points dans son mouvement orbitaire, la courbe subirait, en chaque point, des déformations périodiques continuelles, tandis qu'aux yeux d'un observateur assez éloigné pour ne plus distinguer que la forme générale de la courbe sur laquelle

ces points seraient répartis, cette courbe semblerait tourner uniformément avec une vitesse angulaire $\frac{\varepsilon}{n+1}$ autour de son centre; enfin, en rapportant le mouvement général à des axes animés d'une vitesse de rotation uniforme $\frac{\varepsilon}{n+1}$, on reconnaît aisément qu'un observateur, entraîné par ces axes, verrait tous les points de la courbe s'écouler d'un mouvement continu le long d'une épicycloïde fixe.

» Si, maintenant, dans l'intérieur d'un cercle de rayon A, autour duquel serait tracée une épicycloïde définie par les paramètres n et $H = r$, on traçait des cercles de rayons décroissants de A à zéro et, sur chacun d'eux, une épicycloïde d'un même nombre d'ondes semblablement placées et dont le rayon orbitaire serait défini par une relation $r = f(R)$, chacun des points de l'aire enfermée par l'épicycloïde extérieure serait donné par les équations

$$X = R\sin\theta - f(R)\sin n\theta,$$
$$Y = R\cos\theta + f(R)\cos n\theta,$$

dans lesquelles on ferait varier R de zéro à A, et θ de zéro à 2π.

» Chacun des points de la figure étant ainsi défini par un centre orbitaire propre (R, θ), si l'on imagine que tous se mettent à tourner uniformément, avec une vitesse angulaire ε, autour de leurs centres orbitaires respectifs, chaque élément superficiel subira des déformations et des déplacements périodiques qui se traduiraient, aux yeux d'un observateur entraîné par des axes animés d'une vitesse de rotation égale à $\frac{2}{n+1}$, par l'aspect de l'écoulement permanent d'une surface fluide, suivant des filets épicycloïdaux; la loi de continuité ou d'homogénéité serait vérifiée, quel que soit ε, par la relation $f(R) = H\left(\frac{R}{A}\right)^n$, et, dans cette circonstance, la surface dont il s'agit pourra être considérée comme une section détachée par un plan dans une masse liquide.

» On peut, dès lors, imaginer une masse liquide de forme extérieure telle, que toutes les sections obtenues par des plans parallèles soient des épicycloïdes de même nombre d'ondes, dans l'intérieur desquelles existerait le mouvement oscillatoire que nous venons de définir : mouvement général, qui en serait la conséquence, vérifierait rigoureusement, au point de vue cinématique, les lois des mouvements des liquides. Si, en particulier, on applique ces principes au cas de l'ellipsoïde, le mouvement oscillatoire des diverses particules se traduit, aux yeux de l'observateur, par

l'évolution apparente de la *forme* de la masse liquide envisagée, autour d'un axe perpendiculaire au plan général des orbites moléculaires.

» L'auteur du Mémoire applique la théorie qui précède aux ondes courantes, sur un sphéroïde liquide dont les molécules exercent les unes sur les autres l'attraction newtonienne, et en déduit, comme un cas particulier, la théorie de la houle trochoïdale; il fait voir enfin que le mouvement oscillatoire de l'ellipsoïde peut être considéré comme une première solution approximative du problème des marées produites, sur un sphéroïde liquide, par un astre éloigné. »

M. J. **Boussingault** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Étude sur les fonctions physiques des feuilles, transpiration; absorption de la vapeur aqueuse, de l'eau, des substances salines ».

(Commissaires : MM. Chevreul, Dumas, Decaisne, Duchartre.)

M. **Grand'Eury** adresse, par l'entremise de M. Daubrée, un Mémoire sur la formation de la houille et du terrain houiller.

(Commissaires : MM. Decaisne, Fremy, Daubrée.)

M. **Le Doré** adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission.)

M. A. **Jacquet** adresse une « Note sur le calcul des sinus et des cosinus naturels, en fonction du rayon égal à l'unité divisée en un nombre de parties égales, marqué par une puissance de 10 ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture de l'article suivant, inséré dans le *Journal de Genève*, du 29 décembre, concernant une nouvelle expérience de liquéfaction de l'oxygène, effectuée par M. *R. Pictet*.

« Dans la soirée de jeudi, l'expérience de la liquéfaction de l'oxygène a été répétée, pour la quatrième fois, par M. Raoul Pictet.

» A 10 heures précises, le manomètre, qui était monté à 560 atmosphères, redescendit en

quelques minutes à 505, pour rester ensuite stationnaire à ce chiffre pendant plus d'une demi-heure, indiquant par cette diminution dans la pression le passage d'une partie du gaz à l'état liquide, sous l'influence des 140 degrés de froid auquel il était soumis.

» Le robinet fermant l'orifice du tuyau fut alors ouvert et un jet d'oxygène s'échappa avec une violence extraordinaire.

» Un rayon de lumière électrique, projeté sur le cône d'écoulement, permit de constater que le jet se composait surtout de deux parties distinctes : l'une centrale, longue de quelque centimètres, dont la blancheur accusait des éléments liquides ou même solides ; l'autre extérieure, dont la teinte bleue indiquait le retour de l'oxygène, comprimé et gelé, à l'état gazeux. »

MÉCANIQUE. — *Quelques observations au sujet d'une Note de M.* Boussinesq *sur les conditions aux limites dans le problème des plaques élastiques.* Note de M. **Maurice Lévy**.

« 1. M. Boussinesq a publié, aux *Comptes rendus* du 17 décembre, une Note qui commence ainsi :

« Dans un Mémoire publié en juillet, août et septembre de cette année, au *Journal de Mathématiques*, M. Maurice Lévy conteste (p. 231) la possibilité de *fondre en une seule*, comme je l'ai fait en 1871, les deux conditions de Poisson qui coneernent les efforts tranchants et les couples de torsion appliqués au cylindre contournant d'une plaque mince; il rejette *cette fusion* au moyen de laquelle j'avais pu mettre d'accord l'analyse de Poisson, *sans en rien supprimer*, avec celle de Kirchhoft. Je me propose de montrer que la critique de M. Lévy ne *résiste pas à l'examen*, et que les résultats de ses propres calculs viennent confirmer la méthode qu'il combat. » (Les passages en italiques sont soulignés par moi.)

» 2. Il est certain, c'est une question de pure analyse sur laquelle il ne peut pas y avoir deux opinions, qu'en général les trois équations à la surface de Poisson sont distinctes. Comment donc M. Boussinesq justifiera-t-il cette assertion, que, sans rien retrancher de la théorie de Poisson, il a pu retrancher l'une des trois conditions à la surface de Poisson ? Sera-ce en soutenant que deux conditions à la surface, c'est *approximativement* la même chose que trois conditions à la surface ? Au fond, toute la thèse contenue dans son Mémoire de 1871, et maintenue dans la Note à laquelle j'ai l'honneur de répondre, n'est et ne peut être que cela. Et lorsque je prétends que la *fusion*, pour me servir du langage même de M. Boussinesq, qui revient, en définitive, à remplacer trois équations parfaitement distinctes par l'une d'entre elles et une combinaison *particulière* des deux autres, est en soi chose inadmissible, M. Boussinesq répond qu'il va prouver que ma critique ne résiste pas à l'examen.

» Malheureusement il n'a oublié qu'une chose, c'est de l'examiner.

Je demande à l'Académie la permission de réparer cette omission le plus brièvement possible.

» 3. Supposons la plaque horizontale et admettons, comme on le fait, que les pressions exercées sur chaque génératrice du cylindre qui la termine se composent : 1° d'une force verticale (effort tranchant); 2° d'un couple dont le plan est normal à ce cylindre (couple de flexion); 3° d'un couple dont le plan est tangent à ce même cylindre (couple de torsion).

» Les conditions à la surface de Poisson consistent à exprimer que l'effort tranchant ci-dessus, qu'on pourrait appeler l'effort tranchant *extérieur*, fait équilibre à l'effort tranchant *intérieur*, c'est-à-dire à la quantité analogue exprimée au moyen des forces élastiques; que, de même, il y a équilibre, sur la surface terminale, entre les couples de flexion extérieur et intérieur et entre les couples de torsion extérieur et intérieur.

» M. Boussinesq, lui, fait tourner chacun des couples de torsion dans son plan, de façon que les forces qui le composent deviennent verticales et se *fondent* (se composent statiquement) avec les efforts tranchants. Et alors il n'exprime plus que deux conditions à la surface : celle relative aux nouveaux efforts tranchants et celle relative aux couples de flexion.

» Eh bien, s'il est permis de déplacer des couples, dans leurs plans, lorsqu'ils agissent sur un système invariable, cela n'est plus permis quand ils agissent sur un corps élastique. Et les singulières conséquences qu'entraîne la méconnaissance de ce principe de Statique élémentaire sont palpables lorsqu'on les applique à une plaque fixée par tout le pourtour de son plan moyen; car alors les couples de torsion, dans leur position véritable, c'est-à-dire quand ils agissent sur les génératrices du cylindre terminal, font dévier ces génératrices et, par suite, produisent des déplacements et des pressions dans toute la plaque; dans leur seconde position, au contraire, étant appliqués aux divers points du pourtour moyen lesquels sont supposés fixes, ils ne produisent plus rien (si ce n'est des pressions sur les appuis).

» A cela, M. Boussinesq répond que leur effet est limité à une petite zone voisine du pourtour, et constitue une *perturbation locale* qui s'efface à une petite distance du bord.

» Je pourrais faire observer d'abord que j'ai le droit, surtout lorsque je raisonne sur une théorie générale, de supposer ces couples de torsion aussi considérables que je le veux; il arrivera alors que si on les néglige on s'expose à négliger, près des bords, des pressions bien plus grandes que celles dont on a tenu compte, des ruptures même. Il faudrait donc conclure que

des ruptures près des bords ne sont pas des ruptures, mais des perturbations locales.

» Mais il y a bien plus : si l'on se bornait à faire tourner ainsi, dans leurs plans, les couples de torsion agissant à la surface cylindrique de la plaque, on n'aurait nullement conquis le droit que se donne M. Boussinesq de n'écrire que deux conditions à la surface. Pour avoir ce droit, il faut faire subir le même déplacement aux couples de torsion agissant *sur tous les éléments superficiels verticaux pris à l'intérieur de la plaque*. En effet, à faire ce déplacement à la surface seulement, qu'a-t-on gagné? Au lieu d'avoir, comme dans le principe, un effort tranchant, un couple de flexion et un couple de torsion, on n'a plus, sur le pourtour, que les deux premières de ces catégories de forces; le couple de torsion est devenu nul, étant *fondu* avec les efforts tranchants. Mais il n'en faudra pas moins toujours trois conditions à la surface pour exprimer : 1° l'équilibre entre les efforts tranchants extérieur et intérieur; 2° l'équilibre entre les couples de flexion extérieur et intérieur; 3° la *nullité du couple de torsion intérieur*, puisque ce couple doit faire équilibre au couple de torsion extérieur, lequel est maintenant nul.

» C'est cette dernière condition dont M. Boussinesq s'affranchit. Que faut-il pour que ce soit permis? Concevons à l'intérieur de la plaque un cylindre S infiniment voisin de celui qui la termine. Comme, en général, les couples de torsion, sur cette surface, ne sont pas nuls, puisqu'on n'exprime pas qu'ils le sont, il faut, pour n'avoir pas à les considérer, les faire tourner aussi dans leurs plans de façon à les fondre avec les efforts tranchants; autrement il y aurait une différence *finie* entre les couples de torsion de deux éléments superficiels infiniment voisins, ce qui est absurde. Ceci revient à dire qu'il faut faire tourner, sur le bord, non-seulement les couples de torsion extérieurs, mais aussi les couples de torsion intérieurs. M. Boussinesq le fait bien; mais cela ne suffit nullement. En effet, partant de ce cylindre S, et prenant encore un cylindre infiniment voisin et d'ailleurs quelconque S', on reconnaîtra, comme on l'a fait pour le cylindre S, qu'il faudra aussi faire tourner les couples de torsion sur toute la surface de ce nouveau cylindre, et ainsi de suite, on montrera de proche en proche qu'il faut les tourner sur tout élément superficiel vertical pris à l'intérieur de la plaque.

» M. Boussinesq concède que là où l'on tourne ainsi les couples de torsion on produit des perturbations locales; mais, comme je viens de prouver qu'on est forcé de les tourner non-seulement sur les bords, comme

le suppose M. Boussinesq, mais partout, c'est donc partout qu'on apportera des perturbations locales, c'est dire qu'on n'exprimera, *à aucun degré*, les conditions du problème d'équilibre ou de mouvement qu'on avait en vue; j'ajoute qu'on n'exprimera non plus les conditions d'aucun autre problème; on posera des équations qui ne répondront à aucune distribution de forces dont on puisse se faire une idée claire et précise. »

MÉCANIQUE. — *Sur un théorème de M.* Villarceau; *remarques et conséquences.* Note de M. **Ph. Gilbert**, présentée par M. Yvon Villarceau.

« **1.** Dans le cas d'un point libre, ce théorème ([1]) s'exprime par l'équation

$$(1) \qquad v^2 = \frac{1}{2}\frac{d^2r^2}{dt^2} - \mathrm{P}r\cos\overline{\mathrm{P}r},$$

la masse du point étant 1, v sa vitesse, r sa distance OM à une origine fixe O, P la force motrice, $\overline{\mathrm{P}r}$ l'angle compris entre sa direction et celle du rayon r. Dans une Note au sujet de ce théorème, M. Clausius rappelle ([2]) qu'il a trouvé l'égalité, plus générale, suivant lui,

$$\frac{dx^2}{dt^2} = -\mathrm{X}x + \frac{d^2x^2}{dt^2}.$$

Je vais montrer, contrairement à cette opinion, que les deux propositions ont *exactement* la même étendue. Dans l'équation (1), le premier membre, et par suite le second, sont indépendants du point choisi pour l'origine O; si donc je déplace cette origine d'une quantité infiniment petite suivant un axe quelconque Ox, la variation du second membre sera nulle, et j'aurai

$$\frac{1}{2}\frac{d^2(\delta r^2)}{dt^2} - \mathrm{P}\delta(r\cos\overline{\mathrm{P}r}) = 0;$$

mais on voit sans peine que

$$\delta r^2 = -2r\,\delta x\cos\overline{rx}, \quad \delta(r\cos\overline{\mathrm{P}r}) = -\delta x\cos\overline{\mathrm{P}x},$$

et, en supprimant le facteur $-\delta x$, l'équation devient

$$\frac{d^2(r\cos\overline{rx})}{dt^2} - \mathrm{P}\cos\overline{\mathrm{P}x} = 0 \quad \text{ou} \quad \frac{d^2x}{dt^2} = \mathrm{X},$$

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXV, 1872, p. 232.

([2]) *Ibid.*, p. 614.

équation dont celle de M. Clausius n'est qu'une transformation très-simple.

» 2. L'équation (1) se transforme commodément pour certains problèmes. Désignons par μ l'*angle conique*, décrit par le rayon r, à partir d'une position donnée. A cause de la relation $ds^2 = dr^2 + r^2 d\mu^2$, l'équation (1) prendra, après quelques simplifications, la forme

$$(2) \qquad \frac{d^2 r}{dt^2} = r\frac{d\mu^2}{dt^2} + P_r,$$

P_r étant la projection de la force sur le rayon r. Remarquons que cette formule subsiste si le point est assujetti sur une courbe ou une surface dont la réaction N soit normale au rayon r; par exemple, sur une surface conique ayant son sommet en O et n'exerçant aucun frottement, car le terme N_r correspondant à cette réaction sera nul dans (2). Cette équation fournit immédiatement la solution de certains problèmes où μ est donné en fonction du temps, comme celui du mouvement d'un point pesant dans un tube rectiligne qui décrit un cône droit autour de la verticale [1], et une foule d'autres du même genre.

» 3. Si le point se meut sur une surface sphérique de centre O, N étant la réaction *normale* de la surface, prise positive vers l'extérieur, négative vers l'intérieur, r étant constant, l'équation (1) devient

$$(3) \qquad v^2 = -(P_r + N)r.$$

Cette expression de la force vive est assez curieuse, en ce qu'*elle subsiste même si l'on tient compte du frottement, de la résistance de l'air*, etc.; car les termes introduits dans l'équation (1) par ces réactions tangentielles sont nuls évidemment ($\cos\overline{Pr} = 0$). On en conclut que $P_r + N$ est toujours négatif, et, si $P = 0$, on a

$$N = -\frac{v^2}{r}.$$

Plus généralement, supposons que la force motrice P admette une fonction des forces $\varphi(x, y, z)$, homogène de degré k en x, y, z, en sorte que l'on ait

$$X\,dx + Y\,dy + Z\,dz = d\varphi,$$

$$Pr\cos\overline{Pr} = Xx + Yy + Zz = x\frac{d\varphi}{dx} + y\frac{d\varphi}{dy} + z\frac{d\varphi}{dz} = k\varphi.$$

---

[1] Voir mon *Cours de Mécanique*, p. 317.

L'équation (3) donnera, même quand il y a frottement,

$$v^2 = -(Nr + k\varphi).$$

Si, de plus, le frottement est négligeable, l'équation de la force vive $v^2 = 2\varphi + h$ aura lieu, et, en éliminant v^2, on aura N exprimé directement au moyen de φ :

$$N = -\frac{(k+2)\varphi + h}{r}.$$

» Dans le cas d'un point pesant, l'axe des z étant vertical, $\varphi = gz$ et $k = 1$, on retrouve l'expression connue de la pression N. *Si les forces qui agissent sur le point sont normales à trois plans diamétraux rectangulaires et en raison inverse du cube de la distance à ces plans, la pression est constante* ($k = -2$). Observons enfin que l'équation (3) subsiste encore, lorsque le carré de la distance du mobile à l'origine varie proportionnellement au temps, au lieu d'être constant. »

ZOOLOGIE. — *Sur un nouveau genre d'oiseau de proie nocturne provenant de Madagascar*. Note de M. **Alph. Milne-Edwards**. (Extrait.)

« Dans une Note présentée à l'une des dernières séances de l'Académie [1], j'ai montré que le genre Phodilus devait être séparé des oiseaux de proie nocturnes dont on a constitué la famille des Strigidés ou Effraies, et qu'il devait se ranger parmi les Bubonidés à côté des Syrnium. Le petit groupe des Strigidés se trouverait donc réduit au seul genre Strix, si la découverte, faite à Madagascar, d'une espèce jusqu'ici inconnue, ne venait pas combler le vide ainsi formé.

» Cet oiseau, bien que différent des Effraies, appartient au même type zoologique; il a été envoyé à M. Grandidier par M. Soumagne, consul honoraire de France à Tamatave, et ses caractères anatomiques nécessitent l'établissement d'un genre nouveau auquel je proposerai de donner le nom d'*Heliodilus* [2].

---

[1] Voir *Comptes rendus*, séance du 17 décembre 1877.

[2] De δειλός, craintif et ἥλιος, soleil, qui craint le soleil.

M. Grandidier a donné à l'espèce unique qui compose ce genre le nom de *H. Soumagnei*, et il lui assigne les caractères suivants : « Ce Strigidé est tout entier d'un roux ferrugineux moucheté de noir. Chaque plume des parties supérieures porte le long du rachis deux ou trois taches foncées, plus nombreuses, mais moins grandes sur la tête que sur le

» L'Héliodile est un Strigide à pattes robustes, à ailes plus courtes et à tête plus large que les Effraies. Tous les caractères essentiels du crâne de ces derniers oiseaux se retrouvent dans notre genre malgache; on remarque toutefois un développement plus considérable dans toute la portion occipitale; la lame post-orbitaire se prolonge davantage en dehors : aussi la fosse temporale est-elle plus profondément encaissée. Le bec est plus large à sa base et les branches du maxillaire inférieur offrent moins de hauteur. Le sternum est faible et indique peu de puissance alaire. Il ressemble beaucoup à celui des *Strix ;* il est cependant plus bombé, mais, de même que chez ceux-ci, son bréchet est peu élevé et renflé en avant, son bord postérieur est un peu échancré de chaque côté de la saillie médiane.

» Les bords latéraux sont très-concaves et portent seulement quatre facettes costales, car les deux premières côtes sont styliformes et flottantes; les troisième, quatrième, cinquième et sixième s'attachent seules directement au sternum. Les branches furculaires sont longues, grêles et lamelleuses; elles se soudent par leur extrémité inférieure, comme chez les Effraies, de manière à former un véritable os en V, dont la pointe s'appuie solidement sur l'angle antérieur de la carène sternale, auquel il est rattaché par des ligaments au lieu d'en être plus ou moins écarté, comme chez les autres Rapaces nocturnes.

» Le bassin de l'Héliodile est plus large et plus robuste que celui des *Strix :* il est en accord avec la puissance musculaire des pattes. Les fosses iliaques sont plus profondes, et elles s'étendent en avant et en dehors d'une manière plus prononcée que chez ces oiseaux. Le tibia est plus long et les proportions en sont différentes, car l'extrémité inférieure est plus robuste et le corps de l'os est aussi grêle; la crête péronière est courte et le péroné ne se prolonge pas autant que chez les Chouettes ou les Hiboux. Si l'os de la jambe est plus long que celui de l'Effraie, celui du pied est au contraire plus court; mais ses caractères sont à peu près les mêmes que dans ce dernier genre.

---

dos; celles de la face inférieure, ainsi que les tectrices des ailes et les pennes de la queue, n'en portent qu'une seule située à leur pointe. Les barbes internes des rémiges sont coupées de petites raies noires. Le disque facial est d'une teinte vineuse pâle, la conque auditive est très-développée et pourvue d'un opercule énorme. Longueur totale $0^m,30$, aile $0^m,20$, queue $0^m,107$, bec (en suivant son arête) $0^m,036$, tarse $0^m,06$, doigt médian $0^m,03$, pouce $0^m,015$.

» D'après ce qui précède, on voit que les mêmes dispositions essentielles du squelette se répètent chez les Effraies et chez l'Héliodile, mais que des particularités ostéologiques importantes nécessitent la séparation générique de ces oiseaux, séparation qui est également motivée par la forme des disques périophthalmiques, qui ne s'unissent pas aussi haut sur la ligne médiane, au-dessus du bec, et par la brièveté des ailes, qui ne dépassent pas la queue. »

PHYSIOLOGIE. — *Les organes périphériques du sens de l'espace.* Note de M. É. Cyon, présentée par M. Cl. Bernard.

« Dans la séance du 10 avril 1876, j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie un Mémoire sur les *Rapports physiologiques entre le nerf acoustique et l'appareil moteur de l'œil.* Dans ce Mémoire, j'ai exposé une série de faits nouveaux qui démontrent les relations intimes existant entre les canaux semi-circulaires et les centres d'innervation des muscles de l'œil. Aujourd'hui, je me trouve à même de donner l'explication de la signification physiologique de ces relations. Cette explication contient en même temps la solution du problème posé par les belles recherches de Flourens sur les fonctions des canaux semi-circulaires, et elle nous démontre l'existence d'un nouvel organe des sens ayant une haute importance physiologique. Voici les conclusions de mes recherches :

» I. Les canaux semi-circulaires sont les organes périphériques du sens de l'espace, c'est-à-dire les sensations provoquées par l'excitation des terminaisons nerveuses dans les ampoules de ces canaux servent à former nos notions sur les trois dimensions de l'espace. Les sensations de chaque canal correspondent à une de ces dimensions.

» II. A l'aide de ces sensations, il se forme dans notre cerveau la représentation d'un espace idéal, sur lequel sont rapportées toutes les perceptions de nos autres sens qui concernent la disposition des objets qui nous entourent et la position de notre corps parmi ces objets.

» III. La constatation d'un organe spécial pour le sens de l'espace simplifie singulièrement la discussion pendante entre les représentants des deux théories sur la vision binoculaire : la théorie empiriste de M. Helmholtz et la théorie nativiste de M. E. Hering; elle crée une base neutre sur laquelle ces deux manières de voir pourront être conciliées.

» IV. L'excitation physiologique des terminaisons périphériques particulières à l'organe du sens de l'espace se fait probablement par voie

mécanique à l'aide des otolithes qui se trouvent dans les ampoules; ces otolithes seraient alors mis en vibration par tout mouvement actif ou passif de la tête et peut-être aussi par les ondes aériennes dont la membrane du tympan transmet le mouvement au liquide qui remplit le système des canaux semi-circulaires.

» V. La huitième paire de nerfs cérébraux contient ainsi deux nerfs des sens tout à fait distincts : le *nerf auditif* et le *nerf de l'espace* (*Raumnerv*).

» VI. L'organe central du sens de l'espace préside à la distribution et à la graduation de la force d'innervation, qui doit être communiquée aux muscles pour tous les mouvements des globes oculaires, de la tête et du reste du corps.

» VII. Les troubles qui se manifestent après les lésions des canaux semi-circulaires sont dus :

» *a.* A un vertige visuel, produit par le désaccord entre l'espace vu et l'espace idéal, dont il a été question sous III;

» *b.* Aux fausses notions qui en résultent sur la position de notre corps dans l'espace;

» *c.* Aux désordres dans la distribution de la force d'innervation aux muscles.

» Le développement de ces conclusions, avec les preuves à l'appui, sera très-prochainement donné dans un travail que je prépare pour l'impression [1].

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'évolution des globules rouges dans le sang des animaux supérieurs (vertébrés vivipares).* Note de M. G. HAYEM, présentée par M. Vulpian.

« Dans un travail récent (*Comptes rendus*, 28 mai 1877), j'ai admis que les petits globules rouges du sang de l'homme, globules qui ne mesurent quelquefois que 2μ de diamètre, sont des éléments jeunes, incomplétement développés. Depuis, les faits que j'ai observés dans le sang des vertébrés ovipares relativement à l'évolution des hématies (*Comptes rendus*, 12 novembre, et *Comptes rendus de la Société de Bio-*

(1) Les expériences que j'ai instituées au sujet de cette question, depuis la communication de mon dernier Mémoire, ont été exécutées en partie dans le laboratoire de M. Claude Bernard, au Muséum d'Histoire naturelle, en partie dans mon laboratoire privé.

logie, 24 novembre 1877) m'ont conduit à penser que ces *globules nains* ne représentent pas la forme la plus jeune des hématies.

» En poursuivant cette étude, je n'ai pas tardé à constater, chez les animaux supérieurs, l'existence d'hématoblastes analogues à ceux que j'ai signalés dans le sang des animaux à globules nucléés.

» Les hématoblastes du sang de l'homme et des vertébrés vivipares sont des éléments très-petits, très-délicats, peu réfringents et à contour peu visible.

» Leur diamètre est, en général, de $1^{\mu}, 5$ à 3μ; ces éléments sont donc beaucoup plus petits que les hématies adultes; et, pour les voir convenablement, il est nécessaire d'employer des grossissements assez forts.

» Il est possible qu'il y ait des hématoblastes plus petits encore, mais les corpuscules n'atteignant pas $1^{\mu}, 5$ de diamètre me paraissent d'une détermination difficile et douteuse.

» Ces éléments se distinguent, chez les animaux supérieurs, aussi bien que chez les ovipares, par leur grande altérabilité. Dans le sang pur, immédiatement après qu'ils sont sortis des vaisseaux, ils deviennent épineux, se plissent et ont une tendance à se grouper sous forme d'amas (cette tendance est moins prononcée chez l'homme que chez certains animaux); puis ils subissent plus ou moins rapidement, et d'une manière continue, toute une série de transformations physico-chimiques qui jouent un rôle important dans la formation de la fibrine, ainsi que je le décrirai prochainement dans une Note spéciale.

» Pour en faire facilement l'étude, il suffit de diluer le sang avec du sérum iodé (liquide amniotique iodé), dont on laisse préalablement évaporer l'excès d'iode.

» On aperçoit ainsi, dans la préparation du sang, isolés ou disposés par petits groupes, des éléments très-exigus et délicats, qui tout d'abord deviennent épineux sous l'influence de l'iode, puis reprennent presque tous leur forme normale, qui est déjà le plus souvent nettement *discoïde* et *biconcave*.

» La biconcavité n'est douteuse que pour les plus petits, et je l'ai constatée chez l'homme sur des éléments qui n'avaient pas plus de $1^{\mu}, 5$ de diamètre environ. Cette biconcavité est donc un caractère précoce, en quelque sorte typique, paraissant correspondre, dans les hématies des animaux supérieurs, à la présence du noyau dans celles des vertébrés ovipares.

» Vus de champ, les hématoblastes ressemblent à un petit bâtonnet et paraissent brillants et réfringents; mais, comme ils sont agités, dans le sérum

iodé, d'un mouvement moléculaire (brownien), il est très-facile de voir le même élément changer d'aspect suivant la face sous laquelle il se présente, et d'un bâtonnet devenir un disque biconcave.

» Dans le sang pur ou dilué avec du sérum iodé, la plupart de ces éléments paraissent incolores ou d'un gris verdâtre pâle. Un certain nombre d'entre eux, et en général les plus gros, sont cependant déjà plus ou moins nettement colorés par de l'hémoglobine; de sorte qu'il existe ainsi des éléments intermédiaires entre les hématoblastes incolores et les globules rouges. Parmi les hématoblastes, et surtout parmi ces éléments intermédiaires, on en trouve souvent qui ont une forme irrégulière : ils sont alors allongés et terminés à l'une de leurs extrémités, rarement à leurs deux pôles, par une pointe plus ou moins longue; mais les éléments pointus sont toujours beaucoup plus rares que dans le sang des vertébrés ovipares.

» En se développant, les hématoblastes deviennent plus colorés, et bientôt ils se comportent comme des globules rouges adultes dont ils ne diffèrent que par la taille. Quelques-uns d'entre eux acquièrent les caractères de véritables globules rouges avant de grossir notablement, et forment ces hématies extrêmement petites, que nous avons décrites sous le nom de *globules nains*.

» Les hématoblastes constituent, chez les animaux supérieurs aussi bien que chez les ovipares, des éléments normaux du sang. Il m'ont toujours paru très-abondants et notablement plus nombreux que les globules blancs.

» A l'état pathologique, et en particulier dans l'anémie, ils présentent des modifications importantes.

» On trouve, en effet, très-fréquemment dans le sang des anémiques, outre les petits globules rouges dont j'ai parlé dans mes Notes antérieures, un grand nombre de petits éléments qui atteignent jusqu'à 4 et 5 μ de diamètre et se comportent encore, dans le sang pur, comme les hématoblastes proprement dits. Ce sont des éléments intermédiaires, encore très-faiblement colorés, présentant souvent un petit prolongement pointu, qui persiste quelquefois quand les éléments sont devenus des hématies adultes, et dont la présence explique les déformations des globules que nous avons décrites dans l'anémie.

» Ces faits pathologiques, que nous devons nous borner à signaler, correspondent à ceux qu'on observe chez les grenouilles rendues anémiques par le procédé de M. Vulpian (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 4 juin 1877).

» En résumé, l'évolution des globules rouges, étudiée dans le sang lui-

même et chez l'adulte, est soumise à une sorte de loi générale qui est la même dans toute la série des vertébrés, et qu'on peut formuler ainsi :

» 1° Les globules rouges proviennent du développement plus ou moins régulier de petits éléments incolores, délicats, très-altérables, se modifiant rapidement dès qu'ils sont sortis des vaisseaux.

» 2° Ces éléments, que j'ai proposé de désigner sous le nom d'*hématoblastes*, passent par une phase intermédiaire (dont l'étude est facilitée par l'anémie), dans laquelle ils se perfectionnent, grossissent et se colorent jusqu'à ce qu'ils acquièrent, souvent avant d'avoir atteint leur diamètre normal, les caractères des hématies. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Expériences démontrant qu'il y a pendant la vie un ferment figuré dans le sang typhoïde humain.* Note de M. V. **Feltz**, présentée par M. Ch. Robin.

« J'ai cherché, dès 1870, à démontrer, avec M. Coze, par des expériences et par l'observation directe (*Recherches cliniques expérimentales sur les maladies infectueuses*, p. 134 à 174), que le sang contient, dans les cas de fièvre typhoïde, un ferment figuré spécial, rappelant le *bacterium cateluna* et pouvant être considéré comme l'indice d'un commencement de fermentation intra-organique. J'ai eu, tout récemment, une occasion très-favorable de reprendre mes recherches sur ce sujet.

» M. Sizaret, médecin en chef de l'asile d'aliénés de Maréville, m'ayant permis de prendre, sur une malade typhoïde de son service, quelques grammes de sang, j'ai eu recours, pour cette opération, au procédé de M. Pasteur, qui permet de recueillir le sang à l'abri du contact de l'air extérieur, dans des ballons ne renfermant que de l'air purgé par la chaleur de tous germes. La malade succomba quelques jours après la ponction de la veine, avec toutes les lésions intestinales, spléniques et pulmonaires de la pyréxie typhoïde.

» Les 12 et 13 août 1877, je préparai, en adoptant le dispositif instrumental et en suivant minutieusement toutes les règles indiquées par M. Pasteur dans ses remarquables *Études sur la bière* (p. 46, 47 et 48), quatre ballons pour y renfermer de l'air raréfié, mais absolument exempt de germes. Je recueillis dans mon premier ballon quelques centimètres cubes de sang de la veine crurale d'un chien bien portant, en opérant comme l'indique M. Pasteur (p. 49); je fis pénétrer de la même façon, dans mes deuxième et troisième ballons, de l'urine fermentée ammoniacale,

préalablement filtrée sur le vide à travers une couche de 20 centimètres de hauteur de charbon (Feltz, *Comptes rendus*, 1877, p. 1324); dans le quatrième ballon, enfin, je reçus quelques grammes de sang, la canule de mon instrument étant enfoncée dans la veine basilique de la femme typhoïde du service de M. Sizaret. Immédiatement après chaque récolte de liquide, je remplaçai la fermeture à robinet par l'occlusion, à la lampe, des ballons, que je disposai ensuite dans une étuve à température constante de 30 à 35 degrés.

» En opérant de la sorte, j'ai la certitude que mes différents liquides n'ont pu subir le contact de l'air qu'en avant du robinet de la canule de préhension, inconvénient annihilé par la précaution prise de chauffer la canule très-fort avant chaque opération. Je crois avoir réalisé ainsi toutes les conditions voulues pour la continuation de toute fermentation dépendant d'un ferment existant dans mes liquides mêmes.

» En novembre, j'ouvre successivement mes quatre ballons. Le ballon à sang de chien normal contient un sérum brun clair et un coagulum très-molasse : nulle apparence de membranes zoogléiques à la surface du liquide. Au microscope, je puis constater une quantité énorme de cristaux d'hémoglobine, et de loin en loin quelques corpuscules sanguins; il m'a été impossible de découvrir la moindre trace d'un ferment figuré; du reste, le sang n'exhale aucune odeur putride.

» Dans les deux ballons renfermant l'urine ammoniacale filtrée, aucun travail de fermentation ne s'est produit, quelques cristaux de formes diverses se sont déposés au fond des ballons. Le microscope ne révèle pas de ferments figurés, preuve qu'ils ont été retenus par mon filtre.

» Le quatrième ballon, à sang typhoïde, répand une odeur *sui generis*, moins pénétrante que celle de la putréfaction; le sérum est brun foncé, le caillot pulvérulent, nulle cristallisation n'est constatée. Le microscope montre quelques globules déformés et une quantité énorme de petits grains ovoïdes, les uns libres, les autres accolés en série de 3, 4 et 5, d'où l'apparence de filaments granuleux, n'ayant pas de mouvements propres, comparables à ceux des bactéries et des vibrions des sangs putréfiés. La réaction de l'ammoniaque, recommandée par M. Robin, donne la certitude qu'il s'agit d'un ferment cryptogamique.

» Les données fournies par l'analyse de mes ballons établissent donc qu'il n'y a eu fermentation que dans un seul réservoir. On ne peut invoquer comme cause l'air renfermé dans ce ballon, car les quatre vases ont été purgés de la même façon. Si la fermentation dépendait des germes suspendus dans l'air des ballons, j'aurais observé des phénomènes analogues dans les trois ballons contenant, comme le quatrième, des liquides très-fermentescibles; je dois donc attribuer les modifications survenues dans le ballon

typhoïde au liquide contenu, et admettre que celui-ci renfermait un ferment au moment du passage de la veine dans le ballon (1).

Conclusions. — 1° Le sang veineux normal, vivant, ne renferme pas de ferments;

2° L'urine ammoniacale peut être débarrassée de son ferment par la filtration sur le vide à travers une couche épaisse de charbon;

3° Le sang typhoïde vivant tient en suspension des germes cryptogamiques, susceptibles de végéter dans des ballons ne renfermant que de l'air pur. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la cause de l'altération spontanée des œufs. Réponse à une réclamation de M.* U. Gayon; par MM. **A. Béchamp** et **G. Eustache.**

« Dans la Note que nous avons eu l'honneur d'adresser à l'Académie (2), sur l'altération des œufs provoquée par des moisissures, nous avons voulu mettre en lumière deux points : l'un accessoire, qui est l'action des moisissures sur la matière des œufs et leur pénétrabilité à travers la coque; l'autre, principal, à savoir : le développement d'infusoires dans la masse du jaune, en dehors de l'intervention de tout élément figuré, venu de l'extérieur, et par la seule évolution des éléments figurés constitutifs du jaune.

» M. Gayon (3) attaque nos deux conclusions : la première, pour s'en attribuer la priorité; la seconde, pour la rejeter et y substituer la théorie des germes de l'air.

» En parlant des moisissures trouvées dans les œufs, nous n'avons pas eu la prétention de signaler un fait nouveau; nous connaissions les travaux de M. Gayon, que l'un de nous a été amené, par M. Gayon lui-même, à

---

(1) Pour éviter davantage toute objection, je me servirai ultérieurement d'un petit appareil dont mon préparateur M. Magnin a eu l'idée, et que j'ai fait construire par M. Gaiffe de Nancy. Il est composé d'un trocart, se mouvant à frottement dur dans un fourreau dont l'extrémité postérieure est toujours hermétiquement fermée par un écrou. A quelques centimètres en arrière de la pointe, vient se souder un tube muni d'un robinet communiquant avec un ballon de Pasteur, fixé lui-même par l'intermédiaire de deux vis à écrou comprimant une rondelle de plomb qui vient se mater sur le col, préalablement dépoli, du ballon. Cet appareil peut être chauffé à de très-hautes températures.

(2) Séance du 5 novembre 1877.

(3) *Comptes rendus* du 3 décembre 1877.

combattre à plusieurs reprises ([1]). A son tour, M. Gayon connaissait les travaux de M. A. Béchamp, qu'il a cités dans sa thèse, et les observations plus anciennes de Royer et de M. Robin. Le rôle des moisissures comme ferments a été signalé et étudié pour la première fois par M. A. Béchamp, dès avant l'année 1857 ([2]), et a été de sa part l'objet d'une série de recherches bien avant la thèse de M. Gayon; par conséquent, si une question de priorité pouvait être soulevée au sujet de la présence et de l'action des moisissures des œufs, le résultat ne serait peut-être pas celui qu'indique notre honorable contradicteur.

» Quant au point principal de notre Note, le seul que nous ayons eu réellement en vue en l'adressant à l'Académie, la réfutation qu'on nous oppose tombe d'elle-même, et par la lecture attentive de nos observations et par l'examen de nouveaux faits.

» A notre troisième proposition : la membrane du jaune offre une barrière infranchissable à la pénétration des mucédinées et de tout autre production microzoaire ou microphyte, M. Gayon répond, non par les faits, mais par le raisonnement suivant :

« Cette proposition est beaucoup trop générale, dit-il; car, dans les œufs moisis, on voit souvent le jaune adhérent à la coque, ainsi que M. Panceri l'a observé : je l'ai moi-même constaté; or, l'adhérence est due à un feutrage épais de tubes mycéliens, qui envoient des prolongements jusque dans la masse du vitellus. D'autre part, quand un œuf s'altère, la membrane vitelline perd sa résistance et devient aisément pénétrable aux êtres organisés. »

» Dans notre précédente Note, nous avons établi que, même sur les points où le jaune était adhérent à la coque, les tubes de mycélium étaient simplement appliqués sur la membrane vitelline (dixième œuf), qui était restée intacte et impénétrée. La portion du jaune correspondant aux adhérences est exclusivement formée de matière coagulée en grands lambeaux, *sans que nous y ayions noté les tubes mycéliens ayant traversé cette membrane*. Cette observation est aisément réalisable, car les œufs altérés par les moisissures sont loin d'être rares dans les climats humides du nord de la France. Dans toutes nos observations, il en a été ainsi. Quand nous avons noté la présence de bactéries dans le jaune, le blanc avait été examiné avec soin et n'avait présenté aucune trace d'infusoires; par con-

---

([1]) Voir notamment *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 494, 1027, 1359.

([2]) Voir *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LIV, p. 28, et une série de Notes dans les *Comptes rendus de l'Académie*.

séquent, les infusoires du jaune ne venaient pas de l'extérieur, comme le prétend M. Gayon.

» Le même auteur se fonde, pour contredire notre assertion, sur ce que la membrane vitelline perd de sa résistance quand les œufs s'altèrent, et devient alors aisément pénétrable aux êtres organisés. Quand il s'agit d'une altération par des mucédinées, nous avons démontré qu'il n'en était pas ainsi. Il en est de même, lorsque l'altération et la perte de résistance de la membrane vitelline se produisent dans d'autres conditions, qui sont en quelque sorte plus démonstratives.

» *Observation.* — Nous avons répété une expérience, souvent renouvelée, de M. A. Béchamp. Un œuf frais est cassé : le jaune, séparé aussi exactement que possible du blanc et sans déchirure, est placé dans une cuvette en porcelaine remplie d'eau et laissé à découvert dans notre laboratoire, pendant que le blanc est placé à côté, dans les mêmes conditions d'exposition à l'air libre. Au bout de sept jours, nous procédons à l'examen. Le blanc ne renferme pas d'infusoires, malgré les conditions de l'expérimentation, si ce n'est les rares granulations moléculaires qu'on y découvre normalement. Le jaune, gonflé par la pénétration osmotique de l'eau, est devenu opaque et blanchâtre sur toute sa périphérie. L'eau du bain qui l'entoure répand une odeur de putréfaction assez intense et contient d'innombrables infusoires.

» Nous opérons un lavage à grande eau; la membrane vitelline est si friable, qu'elle se rompt à la fin de la manœuvre. La matière du jaune, examinée successivement dans des couches superficielles et profondes, ne renferme que les sphérules vitellines normales et de très-nombreux microzymas, dont quelques-uns sout accolés ensemble, mais se séparent aisément sous le champ du microscope, sans aucune trace d'infusoires, vibrions, ou bactéries. Des préparations avec la potasse et avec l'acide acétique rendraient ce résultat encore plus évident. En prenant de la matière au niveau de la surface externe de la membrane du jaune, nous découvrons quelques très rares bactéries très-grêles ou vibrions. Cette dernière observation nous montrait que les infusoires reposaient directement sur la membrane vitelline, y adhérant en quelque sorte, puisque le lavage ne les en avait pas complétement débarrassées, sans que pour cela son impénétrabilité ait été vaincue.

» De ces faits et de bien d'autres encore, tels que ceux que l'on peut déduire de la constitution de l'ovule dans la vésicule de Graaf, ainsi que l'un de nous l'a déjà fait remarquer, nous sommes amenés à conclure que l'opinion de M. Gayon, qui veut faire provenir du dehors les bactéries, vibrions et autres infusoires qui se développent dans la putréfaction ou la fermentation du jaune de l'œuf, n'est nullement fondée; nous maintenons et affirmons de nouveau les deux principales conclusions de notre Note du 5 novembre, savoir :

» 1° La membrane vitelline est impénétrable à tout organisme venu de l'extérieur.

» 2° La production d'infusoires au sein du jaune de l'œuf ne résulte pas de germes venus du dehors, mais bien, lorsqu'elle a lieu, de l'évolution des microzymas (granulations élémentaires) normaux du jaune, lesquels se transforment d'abord en microzymas accouplés et articulés, et plus tard en bactéries. »

« M. Chasles a l'honneur de présenter à l'Académie, de la part de M. le prince Boncompagni, les livraisons de septembre, octobre et novembre du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche*. Il signale dans la première un travail étendu de M. Paul Mansion intitulé : *Les Mathématiques en Belgique*, en 1871, 1873, 1874, 1875. M. Paul Mansion avait déjà inséré, dans le tome VI du *Bullettino* (juillet 1873), et sous le même titre, un écrit semblable pour l'année 1872. Ce travail se continue dans les numéros actuels de septembre et d'octobre; on trouve ensuite une Table extrêmement étendue des publications scientifiques récentes, en toutes les langues. Le *Bullettino* de novembre contient divers écrits inédits sur le système de l'*Abacus*, c'est-à-dire l'arithmétique décimale avec neuf chiffres prenant des valeurs de position. C'est un ouvrage allemand de M. P. Treutlein, professeur au Gymnase de Karlsruhe, traduit en langue italienne par M. le D[r] Alfonso Sparagna. Les neuf chiffres ont la forme et les noms qui se trouvent particulièrement dans un manuscrit de la Bibliothèque de Chartres dont j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie en 1843 (*Comptes rendus*, t. XVI, p. 218-246); question déjà introduite en 1837 dans l'*Aperçu historique*, p. 464 et suivantes.

» M. Chasles fait hommage aussi, de la part de M. le professeur Domenico Chelini, de l'Université de Bologne, d'un Mémoire intitulé : *Sopra alcune questioni dinamiche*, dans lequel l'auteur prend pour point de départ les travaux de Binet, Ampère et Poinsot. »

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 31 décembre 1877.

Annuaire pour l'an 1878, publié par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars, 1878; in-8°.

Ostéographie des Monotrêmes vivants et fossiles; par P. Gervais; 1er fascicule, feuilles 6-7, *Pl. VI, VII, VIII, IX.* Paris, A. Bertrand, 1878; texte in-4°, planches in-folio.

Du pincement des vaisseaux comme moyen d'hémostase; Leçons extraites du second volume des Cliniques chirurgicales du Dr Péan. Paris, Germer-Baillière, 1877; in-8° relié. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Des anneaux colorés thermiques et chimiques; par C. Decharme. Angers, impr. Lachèse, 1877; br. in-8°.

Recherches sur l'anatomie pathologique des atrophies musculaires; par G. Hayem. Paris, G. Masson, 1877; in-4°. (Présenté par M. Vulpian pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1878.)

Comité météorologique de l'Ouest méditerranéen. Bulletin du département de l'Hérault, publié sous les auspices du Conseil général, année 1876. Montpellier, impr. Boehm, 1877; in-4°.

Mesure de l'intensité calorifique de la radiation solaire en 1876; *par* M. A. Crova. Montpellier, typogr. Boehm, sans date; opusc. in-4°.

Étude sur l'hypertrophie exulcérative du col de l'utérus dans la syphilis secondaire; par V. de Fourcauld. Paris, A. Viollet, 1877; br. in-8°. (Adressé au Concours Godard, 1878.)

Système solaire; par Fahrner; 2e édition. Schlestadt, impr. Helbig, 1877; br. in-8°.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. Boncompagni; t, IX : *Indici degli articoli e dei nomi;* t. X, settembre, ottobre, novembre 1877. Roma, 1877; 4 liv. in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Chelini, *Sopra alcune questioni dinamiche.* Bologna, tipi Gamberini, 1877; in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

ERRATA.

(Séance du 24 décembre 1877.)

Page 1230, ligne 4, *au lieu de* l'expression $\frac{n^2(n^2-1)}{\lambda^4}$, *lisez* l'expression $\frac{n^2(n^2-1)}{\lambda^2}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1877.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME LXXXV.

A

B

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

T

V

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

G

J

K

L

M

N

O

P

R

V

W

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
Paris. — Quai des Augustins, 55.